

# **LAATIKKORUOKALINJAN KYPSENNYSHÄVIKIN PIENENTÄMINEN**



Ammattikorkeakoulututkinnon opinnäytetyö

Hämeenlinna, Bio- ja elintarviketekniikka

Kevät 2018

Riina Saarenkivi

Bio- ja elintarviketekniikan koulutusohjelma  
Hämeenlinna

---

<b>Tekijä</b>	Riina Saarenkivi	<b>Vuosi</b> 2018
<b>Työn nimi</b>	Laatikkoruokalinjan kypsennyshävikin pienentäminen	
<b>Työn ohjaaja</b>	Pekka Rantakylä	

---

## TIIVISTELMÄ

Opinnäytetyön toimeksiantajana toimi Liha ja Säilyke Oy. Työn tarkoituksena oli saada pienennettyä laatikkoruokalinjan kypsennyshävikkiä tutkimalla tehtaalla valmistettavien laatikkoruokien kypsennysprosessien lämpötiloja. Tavoitteena oli löytää optimaaliset kypsennyslämpötilat tuotteittain, jotta tuotteita ei ylikuumennettaisi uunissa. Tuotteiden täytyi säilyttää tuoteturvallisuus sekä vaadittava ulkonäkö paistoväriin osalta. Optimaaliset kypsennyslämpötilat täytyi saavuttaa mahdollisimman suurella uunin nopeudella, jotta tuotanto tulisi olemaan mahdollisimman tehokasta.

Työssä käytettiin datalogger-mittausantureita lämpötilojen mittaamiseen. Dataloggeri mittaa tuotteen sisälämpötilaa tarkasti ja tallentaa mittausarvot, jotka siirretään laitteesta tietokoneelle. Jokaista tuotetta tutkittiin eli loggeroitiin monta kertaa ja näiden loggerointien perusteella tehtiin muutoksia uunin nopeuksiin ja lämpötiloihin. Samalla tutkittiin annosteltavan massan lämpötilan vaikutusta paistolämpötilaan ja hävikkiin. Tuotteille tehtiin lisäksi aistinvaraisia arviointeja tutkimusten alussa ja lopussa.

Kypsennyshävikkiä ja ylikuumennusaikaa saatiin teoriassa pienennettyä jokaisella tuotteella. Ainoastaan yhden tuotteen kohdalla oli riskinä, että uuniin tehtyjen muutosten jälkeen tuoteturvallisuus ei säily, joten käytännössä tämän tuotteen hävikki ei pienentynyt. Massan lämpötilan vaikutus oli havaittavissa ja tuloksia tarkastelemalla viileämpi massa oli yleisesti hävikin kannalta parempi. Aistinvaraisten arviointien tulosten perusteella lähes kaikkien tuotteiden väri, rakenne ja maku olivat parantuneet.

Kypsennyshävikin ja kypsennyslämpötilojen seurantaa voisi jatkaa loputtomiin. Luotettavampien tulosten saamiseksi kypsennyshävikin osalta, tuotteita täytyisi punnita säännöllisesti ennen ja jälkeen kypsennyksen.

**Avainsanat** kypsennyshävikki, laatikkoruoka, dataloggeri, tuoteturvallisuus

**Sivut** 34 sivua, joista liitteitä 1 sivu

Degree Programme in Biotechnology and Food Engineering  
Hämeenlinna

---

<b>Author</b>	Riina Saarenkivi	<b>Year</b> 2018
<b>Subject</b>	Reduction of Cooking Loss in the Manufacture of Convenience Foods	
<b>Supervisor</b>	Pekka Rantakylä	

---

ABSTRACT

This thesis was commissioned by Liha ja Säilyke Oy. The aim of the thesis was to reduce cooking loss by monitoring the temperatures in the cooking processes of convenience foods. The goal of the study was to find the optimal cooking temperatures for every product but to avoid overheating the products in the oven. Product safety and required appearance of the products were to be retained. Also the velocity of the oven was required to be as fast as possible to achieve efficient production.

Three data loggers were used as measuring heads to measure the temperatures in the cooking processes. A data logger measures the inner temperature of the product and saves the data, which is transferred to the computer from the device. On the basis of the research results, some changes were made to the velocity and the temperatures of the oven. In addition, the effect of the mass temperature on the cooking temperature of the product was researched. Organoleptic evaluations were performed to the products at the beginning and at the end of the research.

In theory, cooking loss and overheating time were reduced for every product. Only one product had difficulties in maintaining product safety, so the cooking loss of that product did not reduce in practice. The effect of the mass temperature was significant; the cooler the mass the better the results related to cooking loss. The results of the organoleptic evaluations showed that color, texture and flavor of almost every product were improved.

The monitoring of cooking loss and temperatures could be a process to be continued interminably. To get more reliable results in the cooking loss, the weight of the products should be measured frequently before and after the cooking.

**Keywords** cooking loss, convenience food, data logger, product safety

**Pages** 34 pages including appendix 1 page

# SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	1
2	LAATIKKORUOAT .....	2
2.1	Prosessikuvaus .....	2
2.1.1	Vastaanotto .....	3
2.1.2	Keitto ja sekoitus – luottamuksellinen .....	3
2.1.3	Annostelu – luottamuksellinen .....	3
2.1.4	Kypsennys – luottamuksellinen .....	3
2.1.5	Suljenta – luottamuksellinen .....	3
2.1.6	Jäähdytys ja pakkaus – luottamuksellinen .....	3
2.2	Kypsennyshävikki .....	3
3	TUOTETURVALLISUUS.....	4
3.1	Vaatimukset .....	4
3.2	Kemialliset ja fysikaaliset riskit.....	5
3.3	Allergeenit .....	5
3.4	Mikrobiologiset riskit .....	5
3.5	Säilyvyysaika .....	9
4	MITTAUSANTURI.....	9
4.1	EBI 11 dataloggeri .....	9
4.2	Mittaustarkkuus .....	10
5	UUNI .....	11
5.1	Konvektio.....	11
5.2	Konvektiuunin toiminta .....	12
6	KOKEELLINEN OSUUS.....	13
6.1	Mittauskorkeuden määrittäminen.....	14
6.2	Lämpötilan mittaukset .....	15
6.3	Aistinvaraiset arvioinnit .....	17
7	TULOKSET .....	18
7.1	Kypsennyshävikki .....	18
7.2	Lämpötilan mittaukset .....	19
7.2.1	Tuotteet A ja B.....	19
7.2.2	Tuote C.....	20
7.2.3	Tuote D .....	22
7.2.4	Tuote E.....	23
7.2.5	Tuote F.....	24
7.2.6	Tuote G .....	25
7.2.7	Tuote H .....	26
7.3	Aistinvaraiset arvioinnit .....	27
7.3.1	Ennen muutoksia .....	28

7.3.2	Muutosten jälkeen .....	29
7.4	Uunin kaasunkulutus.....	30
8	JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA .....	31
	LÄHTEET .....	34

## Liitteet

Liite 1      Aistinvarainen arviointi -lomake

## 1 JOHDANTO

Opinnäytetyön toimeksiantajana toimi Liha ja Säilyke Oy, joka on osa Atria-konsernia. Atria on yksi Suomen johtavista ruoka-alan yrityksistä, ja toimipisteitä sijaitsee myös Ruotsissa, Tanskassa, Virossa ja Venäjällä. Atria on jo yli 110-vuotias yritys, joka tuottaa ravitsevaa ruokaa vastuullisesti ja eettisesti. Liha ja Säilyke Oy:n tehtaalla valmistetaan muun muassa laatikkoruokia, jotka ovat tämän opinnäytetyön keskiössä. Laatikkoruokien lisäksi tehtaalla valmistetaan tällä hetkellä riisipiirakoita ja salaatteja.

Opinnäytetyön tavoitteena oli pienentää laatikkoruokalinjan kypsennyshävikkiä. Työssä tutkittiin tehtaan laatikkoruokalinjalla valmistettavien tuotteiden kypsennysprosessien lämpötiloja. Työhön valittiin linjalla valmistettavista tuotteista kahdeksan. Kaikkia tehtaalla valmistettavia tuotteita ei otettu mukaan sen takia, että joko tuotteen tuotanto oltiin lopettamassa, tuotteen sesonki ei ollut vielä alkanut tai tuote on Liha ja Säilyke Oy:llä valmistuksessa hyvin harvoin. Opinnäytetyöstä pois jätettyjen tuotteiden tutkimisesta ei olisi saatu vastaavaa hyötyä tai niiden tutkiminen ei olisi ollut edes mahdollista.

Tarkoituksena oli selvittää optimaaliset kypsennyslämpötilat ja uunin nopeudet jokaiselle tuotteelle, jotta tuotteita ei kiehutettaisi uunissa liian kauan ja hävikkiä saataisiin pienennettyä. Samalla tutkittiin annosteltavan massan lämpötilan vaikutusta paistolämpötilaan ja hävikkiin. Tuotteiden sisälämpötilojen täytyi saavuttaa tuoteturvallisuuden määräämät rajat sekä tuotteiden ulkonäön tuli olla määritettyä laatua vastaavaa. Jotta tuotanto tulisi olemaan mahdollisimman tehokasta, oli toivottavaa, että optimaaliset kypsennyslämpötilat saavutettaisiin mahdollisimman suurella uunin nopeudella.

Työssä käytettiin datalogger -mittausantureita lämpötilojen mittaamiseen. Dataloggeri mittaa tuotteen sisälämpötilaa tarkasti ja tallentaa mittausarvot, jotka siirretään laitteesta tietokoneelle. Jokaista tuotetta tutkittiin eli loggeroitiin monta kertaa. Loggerointien määrä riippui tuotteesta. Tuotteille tehtiin lisäksi aistinvaraisia arviointeja tutkimusten alussa ja lopussa.

Tutkimuskysymyksiksi muodostuivat seuraavat:

- Kuinka paljon kypsennyshävikkiä saadaan pienennettyä?
- Mitkä ovat optimit kypsennyslämpötilat tuotteille mahdollisimman suurella uunin nopeudella?
- Miten annosteltavan massan lämpötila vaikuttaa paistolämpötilaan?

## 2 LAATIKKORUOAT

Laatikkoruokat muodostavat yhden valmisruokatuoteryhmän. Valmisruokat jakautuvat valmiisiin aterioihin, pääruoka-aineisiin, lisukkeisiin sekä välipaloihin ja jälkiruokiin. Valmiit ateriat mielletään yhden hengen aterioiksi (keitot, salaattiateriat), pääruoka-aineita ovat esimerkiksi jauhelihatuotteet, lisukkeisiin kuuluvat muun muassa kastikkeet ja lisäksi on heti syötävät tai lämmitettävät välipalat ja jälkiruoat. (Saarela, Hyvönen, Määttä & von Wright 2010, 140.)

Kielitoimisto määrittelee käsitteen valmisruoka kypsennettynä myytäväksi ruoaksi ja ainekset teollisesti tehdyiksi valmisruoiksi tai puolivalmisteiksi, joihin sisältyvät myös laatikkoruokat. Valmisruokat, jotka vaativat ainoastaan lämmittämisen, kuuluvat aterian muodostaviin valmisruokiin ja ne sisältävät jonkin täykkelyspitoisen aineksen, proteiinin lähteen sekä mahdollisen kasvislisäkkeen. Suuri osa näistä aterian muodostavista valmisruoista on laatikkoruokia. Vaikka laatikkoruoka muodostaa määritelmän mukaan yksinään aterian, sitä saatetaan täydentää kotona nautittaessa esimerkiksi kasvislisäkkeellä. (Viinisalo, Nikkilä & Varjonen 2008, 22.)

Laatikkoruokien valmistuksessa käytetään tavallisia kotonakin käytettäviä raaka-aineita, kuten eri eläinten lihaa ja maksaa, perunaa, riisiä, kananmunaa, maitotuotteita, vehnää, siirappia ja kasviöljyjä. Lisäaineita käytetään lähinnä silloin, jos niitä tarvitaan antamaan tuotteelle tietynlainen rakenne. (Saarela ym. 2010, 142.)

Ateriaryhmän, johon kuuluvat laatikkoruokien lisäksi keitot, salaatit ja pastaruokat, vuosittainen kulutus on kasvanut vuosina 1998–2006 yhteensä 4 kiloa henkilöä kohden. Pelkkien laatikkoruokien vuosikulutus on kasvanut vuosien 1998 ja 2012 välillä yhteensä 2,3 kg/hlö. Ainoastaan maksalaatikoiden vuosittainen kulutus on vähentynyt 0,3 kg/hlö tarkasteltujen 14 vuoden aikana. Lihamakaronilaatikoiden sekä muiden pastaruokien vuosikulutus on kasvanut 0,7 kg henkilöä kohden, lihakaali-, lihaperunasose- ja muiden vastaavien laatikoiden 0,9 kg henkilöä kohden ja kasviskeittojen, -laatikoiden ja -einesten 1,0 kg henkilöä kohden vuosien 1998 ja 2012 välillä. Laatikkoruokien kulutus on siis hiljalleen kasvanut viime vuosikymmeninä. (Viinisalo ym. 2008; Aalto & Peltoniemi 2014.)

### 2.1 Prosessikuvaus

Prosessikuvauksen luvut 2.1.2–2.1.6 sisältävät luottamuksellista aineistoa, joten ne ovat saatavilla ainoastaan työn tilaajan versiossa.

Laatikkoruokien valmistus on pääosin samanlaista kuin kotona, mutta teollisuudessa valmistettavan erän koko on huomattavasti suurempi. Lisäksi nopea valmistus ja varsinkin nopea jäähdytys takaavat tuotteiden pidem-

män säilyvyyden. Kotioloissa tuotteet jäähtyvät yleensä hitaasti huoneenlämmössä, jolloin niiden säilyvyys on vain muutamia päiviä. Laatikkoruokien säilyminen perustuu riittävän kypsennyksen ja nopean jäähdytyksen lisäksi suojaavaan pakkaukseen sekä katkeamattomaan kylmäketjuun tuotteen elinkaaren aikana. Katkeamaton kylmäketju saavutetaan, kun tuotteen lämpötila ei missään vaiheessa kulkiessaan tehtaalta asiakkaalle nouse yli 8 °C:seen. Laatikkoruokien säilyvyysaika on määritetty mikrobiologisilla ja aistinvaraisilla säilyvyyskokeilla testaamalla 1–3 päivän välein tuotteiden laatua. Tällä tavoin on varmistettu, että tuotteen maku ja ulkonäkö ovat laatua vastaavia vielä viimeisenä käyttöpäivänä. (Saarela ym. 2010, 145.)

#### 2.1.1 Vastaanotto

Prosessi alkaa raaka-aineiden ja pakkausmateriaalien vastaanottotarkastuksesta, joka täytyy tehdä ennen käyttöönottoa. Vastaanottotarkastuksessa raaka-ainetta verrataan sen spesifikaatioon, joka on raaka-aineen toimittajalta pyydetty tuoteseloste, jossa on tarkat tiedot raaka-aineesta. Vastaanottotarkastus on siis raaka-aineen laadun ja oikeellisuuden varmistamista. (Saarela ym. 2010, 142.)

#### 2.1.2 Keitto ja sekoitus – luottamuksellinen

#### 2.1.3 Annostelu – luottamuksellinen

#### 2.1.4 Kypsennys – luottamuksellinen

#### 2.1.5 Suljenta – luottamuksellinen

#### 2.1.6 Jäähdytys ja pakkaus – luottamuksellinen

### 2.2 Kypsennyshävikki

Opinnäytetyössä keskeisessä roolissa on kypsennyshävikki. Sillä tarkoitetaan uunissa tapahtuvaa kosteuden haihtumista tuotteesta eli painohäviötä. Kosteuden haihtumista voidaan korvata joillain tuotteilla lisäämällä niihin vettä (esim. keitot), mutta laatikkoruoilla se ei ole mahdollista kypsennyksen jälkeen. Kypsennyshävikki täytyy huomioda reseptissä ja suunnitella, kuinka paljon enemmän tuotetta tulee valmistaa, jotta saadaan haluttu annoskoko lopputuotteeseen. (Tampereen ammattiopisto 2007.)



### 3 TUOTETURVALLISUUS

Tuoteturvallisuus takaa turvallisen ja puhtaan elintarvikkeen. Jokaisen ketjun osan, jonka kautta tuote kulkee sen elinkaaren aikana, tulee varmistaa tuotteen turvallisuus. Ruoan ja sen raaka-aineiden valmistuksen, kuljetuksen ja säilytyksen tulee olla hygieenistä, kemiallisesti turvallista ja ruoka ei saa sisältää vierasesineitä. Tuoteturvallisuuteen sisältyy myös ruoan oikeanlainen koostumus sekä tuotteen pakkaukseen kuuluvien merkintöjen oikeellisuus. Kuluttajan vastuulla on tulkita pakkausmerkintöjä oikein ja noudattaa niitä tuotteen kuljetuksessa, säilytyksessä ja valmistuksessa kotona, jotta tuote säilyy turvallisena kulutukseen asti. (Ruokatieto n.d.a.)

#### 3.1 Vaatimukset

Yleinen ruokahygieniadirektiivi 93/43/EEC koskee kaikkia elintarvikkeita ja se on otettu käyttöön Suomessa vuoden 1995 alusta. Direktiivin yleisiä hygieniavaatimuksia ovat tuotantotilojen osalta muun muassa riittävien laitteiden ja tilojen olemassaolo siivoamista ja desinfiointia varten, suojautuminen ristikontaminaatiota vastaan sekä sopivat lämpötilaolot hygieeniseen prosessointiin ja varastointiin. Kuljetuksen osalta vaatimuksia ovat, että kulkuväline on ainoastaan elintarvikkeiden kuljetukseen tarkoitettu tai tuotteiden välillä on riittävä erottelu sekä asiaankuuluva lämpötila kuljetuksessa. Laitteistovaatimuksiin kuuluu, että laitteiden siivoaminen ja desinfiointi ovat riittäviä elintarviketuotannon kannalta. Ruokajätteiden poistoon ja säilytykseen on oltava riittävät järjestelyt. Käytettävän veden tulee olla talousvettä. Juomavedeksi kelpaamatonta vettä saa käyttää ainoastaan, jos se ei ole suoraan kosketuksessa elintarvikkeeseen. Lisäksi saatavilla täytyy olla sekä kuumaa että kylmää vettä. (European Commission 1996—1997).

Direktiivi 92/5/EEC koskee lihapohjaisia tuotteita. Lihapohjaisiin tuotteisiin tulevat raaka-aineet varastoidaan sopivissa lämpötilaoloissa ja lisäksi lihatuotteiden lämpötilan tulee olla mahdollisimman vähän aikaa 10 °C:n ja 63 °C:n välillä. Kypsennysaika on vähintään pastörintia vastaava ja jäähdytyksen 10 asteen sisälämpötilaan tulee tapahtua alle kahdessa tunnissa. Kylmäsäilytys tapahtuu lihatuotteilla korkeintaan 6 °C:ssa ja muilla jäähdytetyillä tuotteilla korkeintaan 8 °C:ssa. (European Commission 1996—1997).

European Chilled Food Federation (ECFF) on antanut ohjeistuksen, jonka mukaan pakkaamattomat uunissa kypsennetyt tuotteet tulee paistaa 90 °C:ssa vähintään 10 minuuttia. Pakkaamattoman tuotteen lämmityksen tulee olla kontrolloitua. (European Commission 1996—1997).

Jäähdytettyjä ruokia valmistetaan lukuisista eri raaka-aineista ja niiden prosessit sekä pakkausmenetelmät vaihtelevat. Mikrobiologiset, kemialliset ja fysikaaliset riskit saattavat olla hyvin erilaisia tuotteiden välillä. Myös

allergeenit ovat huomattava riski prosesseissa. Jotta kontrolloitavat riskit voidaan määrittää, täytyy nämä riskit ensin tunnistaa sekä arvioida niiden esiintyminen ja vakavuusaste. Riskien hallinta tapahtuu soveltamalla yrityksen omaa HACCP-järjestelmää. (European Chilled Food Federation 2006.)

### 3.2 Kemialliset ja fysikaaliset riskit

Jäähdytetyt ruoat, kuten muutkin ruoat, ovat myös alttiita ympäristöstä aiheutuville epäpuhtauksille. On monta tapaa, miten elintarvikkeeseen voi päätyä ei-toivottuja kemiallisia aineita, jotka aiheuttavat joko välittömästi tai pidemmällä aikavälillä vahinkoa elimistölle. Raaka-aineissa voi olla luontaisesti myrkkyä ja sitä saattaa syntyä mikrobien aineenvaihduntatuotteena. Astioista ja tuotepakkauksista voi irrota erilaisia aineita. Tuotantoeläinten lääkkeet, tuholaistorjunta-aineet, pesuaineet, voiteluaineet ja muut tuotannon kemikaalit saattavat myös aiheuttaa kemiallisia riskejä. (European Chilled Food Federation 2006; Ruokatieto n.d.b.)

Fysikaalisia riskejä ovat vierasesineet, kuten metalli- ja lasikappaleet, kivet tai luunsirpaleet. Vierasesineet voivat aiheuttaa esimerkiksi hampaan murtumisen tai muuta vahinkoa suulle, nielulle tai ruokatorvelle. Vierasesineitä voivat olla myös hiukset, laastarit ja karpäset. Vierasesineriskejä hallitaan esimerkiksi metallinpaljastimilla ja röntgenlaitteilla. (Ruokatieto n.d.c.)

### 3.3 Allergeenit

On paljon raaka-aineita ja täten myös ruokia, jotka allergisoivat joitain yksilöitä. Yleisiä ruoka-allergeeneja ovat muun muassa lehmänmaito, kananmuna, puupähkinät (esim. hasselpähkinä), vehnä ja muut viljat, äyriäiset, kala ja palkokasvit. Allergeenit on tunnistettava jokaisen tuotteen kohdalla ja huolehdittava riittävästä allergeenien erillään pitämisestä varastossa, eri allergeeneja sisältävien tuotteiden välipesuista tuotannossa sekä siitä, että ristikontaminaatiota ei tapahdu millään muulla tavalla. Allergeenit on huomioitava myös pakkausmerkinnöissä. (European Chilled Food Federation 2006.)

### 3.4 Mikrobiologiset riskit

Jäähdytetyt ruoat ovat hyvin herkkiä mikrobiologiselle saastumiselle, itiöiden kasvuille sekä myrkyn kehittymiselle. Taulukossa 1 (s. 6) on esitetty tauteja aiheuttavia eli patogeenisia mikrobeja ja niiden yleisiä kasvurajoja. Vaikka kaikki taulukossa esitetyt patogeenit täytyy ottaa huomioon, kylmässä kasvavat taudinaiheuttajat, kuten *Listeria monocytogenes*, *Clostridium botulinum* ja *Bacillus cereus* ovat hyvin merkittäviä riskejä jäähdytetyille ruoalle. Jotta näitä riskejä voidaan hallita, täytyy ottaa huomioon toi-

mittajan valinta, tulevan raaka-aineen vaatimukset ja valvonta, asiaankuuluva raaka-aineen varastointi ja varaston kierto, prosessin suunnittelu- ja hallintatoimenpiteet, hygieeniset prosessiolosuhteet, tuotteen säilyvyysajan ja käytön asianmukainen ohjeistus sekä kylmäketjun katkeamattomuus. (European Chilled Food Federation 2006.)

Kasvurajat on määritelty muutoin parhaissa mahdollisissa olosuhteissa. Kasvukriteerit vaihtelevat riippuen muun muassa bakteerikannasta, lämpötilasta sekä hapon ja liuenneen aineen tyypistä ja ne ovat yleensä korkeampia ruoissa. On myös tärkeää huomioida, että anaerobiset mikro-organismit saattavat kasvaa aerobisesti prosessoiduissa ruoissa, koska tuotteiden sisällä saattaa vallita anaerobinen ympäristö. (European Chilled Food Federation 2006.)

Fakultatiivinen tarkoittaa sellaista bakteeria, joka voi kasvaa sekä hapellisissa että hapettomissa olosuhteissa ja anaerobinen bakteeri pelkäästään hapettomissa olosuhteissa. Mikroaerofiilinen bakteeri kasvaa sellaisessa happipitoisuudessa, joka on ilmakehän happipitoisuutta alhaisempi. (Solunetti 2006.)

Taulukko 1. Patogeenisten mikrobien yleisesti hyväksytyt kasvurajat

Mikrobi	Minimi lämpötila [°C]	Minimi pH	Minimi $a_w$	Aerobinen/ anaerobinen
<i>L. monocytogenes</i>	-0.4	4.3	0.92	Fakultatiivinen
<i>B. cereus</i>	4	4.5	0.93	Fakultatiivinen
<i>Campylobacter jejuni</i>	32	4.9	0.99	Mikroaerofiilinen
<i>Cl. Botulinum</i> Mesofilinen/ proteolyyttinen	10-12	4.6	0.93	Anaerobinen
<i>Cl. botulinum</i> Psykrotrooppinen/ ei-proteolyyttinen	3.3	5.0	0.97 (5% NaCl)	Anaerobinen
<i>Cl. perfringens</i>	12	5.5-5.8	0.935	Anaerobinen
<i>E. coli</i>	7-8	4.4	0.95	Fakultatiivinen
<i>Salmonella</i>	6	4.0	0.94	Fakultatiivinen
<i>Staphylococcus aureus</i>	5.2	4.5	0.86	Fakultatiivinen
<i>V. cholerae</i>	10	5.0	0.97	Fakultatiivinen
<i>V. parahaemolyticus</i>	5	4.8	0.94	Fakultatiivinen
<i>Y. enterocolitica</i>	-1.3	4.2	0.96	Fakultatiivinen

Kuumennuskäsittelyä käytetään tavallisesti alentamaan taudinaiheuttajien ja pilaajamikrobien määrä sallitulle tasolle. Kuumennettujen jäähdytettyjen ruokien *Listeria monocytogenes* ja *Clostridium botulinum* -määrien vähentämiseen pyritään. Yleisesti hyväksytyt kuolevuusasteet *L. monocytogenes* ja *C. botulinum* -bakteereille on määritelty taulukoissa 2 (s. 7) ja 3 (s. 8). (European Chilled Food Federation 2006.)

Taulukosta 2 nähdään kuumennuskäsittelyjä vastaavat kuolevuusasteet *Listeria monocytogenes* -bakteerille, joilla saavutetaan logaritmisesti bakteerin 6-kertainen väheneminen eli bakteerien määrä on 1 000 000 kertaa pienempi. Kuolevuusaste kertoo nopeuden, jossa organismi kuolee annetussa lämpötilassa ja se on verrattavissa nopeuteen, jossa organismi kuolee vertailulämpötilassa. Arvot on päätelty olettaen, että lineaarinen z-arvo on 7,5 °C ja vertailuarvona on 70 °C. Z-arvo tarkoittaa lämpötilan muutosta, joka vaaditaan kasvattamaan tai vähentämään D-arvoa kymmenkertaisesti. D-arvo taas tarkoittaa aikaa, joka vaaditaan mikro-organismien määrän kymmenkertaiseen vähentymiseen tietyssä lämpötilassa. *Listeria monocytogenes* on eniten kuumaa kestävä vegetatiivinen eli kasvukykyinen patogeeni, joka on merkityksellinen riski jäädytetyille ruoille. Jos *L. monocytogenes* ei ole aktiivinen, tällöin muutkaan vegetatiiviset patogeenit, kuten *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* ja salmonellat, eivät ole aktiivisia. (European Chilled Food Federation 2006.)

Taulukko 2. Kuolevuusasteet *Listeria monocytogenes* -bakteerille

Lämpötila [°C]	Aika [min, sek]	Kuolevuusaste
60	43'29''	0,046
61	31'44''	0,063
62	23'16''	0,086
63	17'06''	0,117
64	12'40''	0,158
65	9'18''	0,215
66	6'49''	0,293
67	5'01''	0,398
68	3'42''	0,541
69	2'43''	0,736
70	2'00''	1,000
71	1'28''	1,359
72	1'05''	1,848
73	0'48''	2,512
74	0'35''	3,415
75	0'26''	4,642
76	0'19''	6,310
77	0'14''	8,577
78	0'10''	11,659
79	0'06''	15,849
80	0'05''	21,544
81	0'04''	29,286
82	0'03''	39,810
83	0'02''	54,11
84	0'02''	73,564
85	0'01''	100,000

Taulukossa 3 on esitetty kuumennuskäsittelyjä vastaavat kuolevuusasteet *Clostridium botulinum* -bakteerille. Taulukossa olevat tiedot ovat esimerkki välttämättömästä prosessista, jolla saavutetaan bakteerin 6-kertainen väheneminen logaritmisesti. Arvot on päätelty olettaen, että z-arvo on lineaarinen 7 °C alle 90 °C:ssa ja 10 °C yli 90 °C:ssa, vertailuarvona 90 °C. Monien bakteerien itiöt, kuten mesofiilisen *C. botulinum* (optimi elämlämpötila 37 °C) ja kylmässä kasvavan *B. cereus* -bakteerien, kestävät paljon enemmän kuumuutta kuin kylmässä kasvavan *C. botulinum* itiöt. (European Chilled Food Federation 2006.)

Taulukko 3. Kuolevuusasteet *Clostridium botulinum* -bakteerille

Lämpötila [°C]	Aika [min]	Kuolevuusaste
80	270,3	0,037
81	192,3	0,052
82	138,9	0,072
83	100,0	0,100
84	71,9	0,139
85	51,8	0,193
86	37,0	0,270
87	27,0	0,370
88	19,2	0,520
89	13,9	0,720
90	10,0	1,000
91	7,9	1,260
92	6,3	1,600
93	5,0	2,000
94	4,0	2,510
95	3,2	3,160
96	2,5	3,980
97	2,0	5,010
98	1,6	6,310
99	1,3	7,940
100	1,0	10,000

Kuumennuskäsittely, jota käytetään *C. botulinum* -bakteerin tuhoamiseksi, ei riitä tuhoamaan muita itiöitä muodostavia bakteereita, kuten *Bacillus cereus*. *Bacillus cereus* -bakteerin päätyminen elintarvikkeeseen ei voida siis täysin estää. Jotta *B. cereus* tuhoutuisi kokonaan, ruokaa täytyisi kuumentaa yli 100 °C:ssa 2–8 minuutin ajan. Kuumennuskäsittely, jossa ruoka on yli 90 °C:ssa vähintään 10 minuuttia, ehkäisee kuitenkin *B. cereus* -itiöiden muodostumista ja tuhoaa monta merkittävän riskin aiheuttavaa bakteeria. (Evira 2016.)

### 3.5 Säilyvyysaika

Tuotteiden säilyvyysaika on se aika, jonka tuote säilyy turvallisena ja vastaa laatuvaatimuksiaan oikein säilytettynä ja käytettynä. Valmistaja on vastuussa säilyvyysajan määrittämisestä ja mikrobiologinen turvallisuus, fyysikaaliset ominaisuudet sekä aistinvarainen laatu on otettava huomioon. Vaikka mikrobiologiseen vakauteen vaikuttavat pilaajamikrobien läsnä- tai poissaolo ja niiden kasvu, mikrobiologinen turvallisuus riippuu satunnaisesta patogeenien läsnäolosta ja niiden kyvystä selviytyä, kasvaa ja tuottaa myrkkyä tuotteessa jakelun aikana ja ennen tuotteen asianmukaista käyttöä. (European Chilled Food Federation 2006.)

Ensisijainen vaatimus on varmistaa, että tuotteet ovat turvallisia vielä kulutuksen hetkellä. Koska jäähdytetyt ruoat ovat helposti pilaantuvia tuotteita, niiden kestoikä täytyy ilmoittaa ”viimeinen käyttöpäivä” -tyylisesti. (European Chilled Food Federation 2006.)

## 4 MITTAUSANTURI

Fysikaalisten parametrien, kuten lämpötilan, paineen ja suhteellisen kosteuden jatkuva valvonta on keskeistä monella tehdasteollisuuden alalla. Dataloggerin avulla voidaan kerätä ja arvioida olennaisia mittaussarvoja, jotka voidaan nykyaikaisen tietotekniikan vuoksi siirtää helposti tietokoneelle ja esittää selkeästi. Kaikissa datalogger-malleissa on yksi tai useampi anturi, joka mittaa haluttua parametria tasaisin väliajoin ja siirtää arvot teknisesti vastaanottimelle. Nykyaikaisissa mittauslaitteissa käyttöliittymä on digitaalinen ja datan siirto tapahtuu radiovastaanottimella tai USB-portin avulla. (Ebro n.d.)

Lähes jokaisessa nykyaikaisessa dataloggerissa on mikroprosessori ja tallennusväline. Riippuen tallennusvälineen suuruudesta, laitteeseen pystytään tallentamaan lukemattomia mittaussarvoja. USB-dataloggerin käyttöliittymän lisäksi on erilaisia käyttöliittymiä, joista valita. Käyttöliittymät voivat olla sellaisia, jotka varmistavat välittömän datan siirron tai sellaisia, joista mittaussarvot luetaan myöhemmin. (Ebro n.d.)

### 4.1 EBI 11 dataloggeri

Lämpötilan mittauksissa mittausanturina toimi tässä työssä Ebron valmistama dataloggeri EBI 11 (kuva 1, s. 10). EBI 11-dataloggerin mittaussalue on -30 °C:sta +150 °C:seen. Mittaustarkkuus on  $\pm 0,1$  °C. Laitteeseen mahtuu 15 000 mittaussarvoa, jonka jälkeen se täytyy viimeistään tyhjentää. Dataloggerin anturi on tyypiltään Pt-1000 vastuslämpötila-anturi ja laitteen kotelo on ruostumatonta terästä. Laitteen halkaisija on 16,5 millimetriä ja korkeus anturi mukaan lukien 22 millimetriä. Dataloggeri toimii kahdella

korkean lämpötilan kestävällä litium-patterilla ja se ohjelmoidaan tietokoneelta käyttöliittymän eli kirjoitin-/lukulaitteen avulla. Käyttöliittymässä on loggeria vastaavat portit, joihin ne kytketään. Käyttöliittymä liitetään tietokoneen USB-porttiin siihen tarkoitettu johdolla. Lisäksi tietokoneella täytyy olla asennettuna dataloggerin ohjelmointiin sopiva ohjelma. (Klün n.d.)



Kuva 1. EBI 11 dataloggeri (Riina Saarenkivi, 2017).

Dataloggerin mittausalueen ylärajan ylittyessä vaarana on litiumpattereiden räjähtäminen. Dataloggerissa ei ole on/off-kytkintä, joten laite toimii niin kauan kuin virtaa riittää. Patterit voivat kestää jopa 50 viikkoa. Laitteessa saa käyttää ainoastaan valmistajan toimittamia pattereita, sillä ne ovat ainoita, joilla on riittävä lämmönkestävyys. Pattereita vaihdettaessa täytyy suojautua sähköstaattisilta purkauksilta käyttämällä esimerkiksi maadoitettua rannehihnaa. Staattiset purkaukset voivat vahingoittaa dataloggerin korjauskelvottomaksi. Dataloggerin ulkopintoja voidaan puhdistaa kostealla liinalla, mutta puhdistukseen ei saa käyttää liuottimia, kuten asetonia. (Klün n.d.)

Koska laite antaa hyvin tarkkoja mittauksia, sen korkealaatuinen toiminta varmistetaan vuosittain tehtävällä kalibroinnilla. Kalibroinnin suorittaa dataloggerin valmistaja Saksassa. (Klün n.d.)

#### 4.2 Mittaustarkkuus

Mittalaitteen tarkkuuteen sisältyvät toistettavuus, herkkyys ja kalibrointiepävarmuus. Tarkkuudella tarkoitetaan laitteen kykyä antaa sama tulos

mittausta toistettaessa samanlaisissa olosuhteissa. Esimerkiksi lämpötila ja ilmanpaine vaikuttavat mittauksen tarkkuuteen. (Vaisala 2016.)

Herkkyys on mittaustuloksen muutoksen ja referenssiarvon muutoksen välinen suhde. Ihanteellisesti muutosten välinen suhde olisi lineaarinen, mutta mittauksissa esiintyy aina epävarmuutta. Jos pitkän aikavälin stabiilisuutta ei ole määritetty, tarkkuusselvitys osoittaa ainoastaan kalibroinnin hetkellä olevan tarkkuuden. (Vaisala 2016.)

Kalibroinnissa mittauservoa verrataan tunnettuun referenssiin eli mittanormaaliin. Tästä referenssistä alkaa seurattavuusketju, mikä tarkoittaa kalibrointien ja referenssien sarjaa ylimpään mittanormaaliin asti. Jos kalibroinnin mittausepävarmuutta ei ole määritetty, absoluuttista tarkkuutta ei voida varmentaa. Kun kalibrointien, referenssien ja muiden epävarmuustekijöiden ketju on selvillä ja oikein dokumentoitu, puhutaan kalibroinnin jäljitettävyydestä. Jäljitettävyyden avulla pystytään laskemaan kalibrointireferenssin epävarmuus ja määrittämään mittalaitteen ulkoinen tarkkuus eli mitatun suuruusarvon ja todellisen suuruusarvon välinen yhtäläisyys. (Vaisala 2016.)

Opinnäytetyön kokeellisessa osuudessa lämpötilan mittauksissa käytetyt dataloggerit oli kalibroitu 6.10.2017. Lisäksi hetken aikaa käytössä oli varaloggeri, jonka kalibrointi oli tehty 20.4.2016. Varaloggerin kalibrointiaika oli umpeutunut, joten mittausepävarmuutta saattoi tämän loggerin kohdalla esiintyä. Varaloggerin antamia arvoja ei siksi otettu mukaan tähän opinnäytetyöhön.

## 5 UUNI

Tässä luvussa on kuvattu konvektion periaate sekä yleisesti konvektiounin toimintaa ja ominaisuuksia. Työssä käytettiin tekstissä kuvaillun tyyppistä kaasukäyttöistä konvektiounia.

### 5.1 Konvektio

Lämmönsiirtyminen tapahtuu uunissa konvektiona eli kuljettumalla. Konvektio on lämmönsiirtoprosessi pinnan ja sen kanssa kontaktissa virtaavan fluidin välillä. Lämpö siirtyy sekä johtumalla (konduktio) että kuljettumalla konvektiossa, sillä energiavirta ilmenee pinnalla ainoastaan konduktion avulla. Fluidin mukana liikkuu siihen varastoitunutta lämpöä. Jos virtaus on esimerkiksi puhaltimen aiheuttamaa, sitä kutsutaan pakotetuksi konvektioksi. Konvektiounissa kyseessä on juuri tällainen pakotettu konvektio. (Kothandaraman 2006.)



Konvektiiviseen lämmönsiirtokertoimeen vaikuttavat fluidin (tässä tapauksessa kaasun) ominaisuudet, kuten tiheys ja viskositeetti sekä muut lämpöominaisuudet, kuten ominaislämpö, lämmönjohtokyky, virtausnopeus ja pintageometria. Koska ominaisuudet vaihtelevat riippuen lämpötilasta ja sijainnista, konvektiivisen lämmönsiirtokertoimen arvo vaihtelee pisteestä toiseen. Tämä johtaa tilanteeseen, jossa analyyttisesti johdetut yhtälöt ovat sovellettavissa vain rajoitetusti. Konvektio voidaan määrittellä yhtälön 1 avulla.

$$q = h (T_s - T_\infty) \quad (1)$$

Yhtälössä  $q$  on lämpövirta, jonka yksikkö on  $W/m^2$ ,  $h$  on lämmönsiirtokerroin, jonka yksikkö on  $W/m^2K$  tai  $W/m^2^\circ C$ ,  $T_s$  on pinnan lämpötila ja  $T_\infty$  on fluidin lämpötila vapaassa virtauksessa, joiden yksiköt ovat  $^\circ C$  tai  $K$ . (Kot-handaraman 2006.)

## 5.2 Konvektiuunin toiminta

Konvektiuunit ovat suosittuja elintarvikeyrityksissä, sillä ne pystyvät kypsentämään suuria määriä ruokaa nopeasti ja tehokkaasti. Konvektiuuneja on joko sähkö- tai kaasukäyttöisiä eli ne lämpiävät konvektiolla joko sähköisellä kuumentimella tai kaasukäyttöisellä polttimella. Kun käytössä on kaasupoltin, lämmitystoimintoon on kaksi vaihtoehtoa. Poltin on joko sijoitettu niin, että se on erillisessä tilassa kuin puhallin, jolloin se on erotettu turbulenssista tai kaasupolttimen ja puhaltimen väliin on asetettu epäsuora lämmönsiirrin. Ongelmana on kuitenkin riittävän liekin ylläpitäminen pyörteisen ilmavirran läsnä ollessa. Puhaltimen virtaus saattaa erottaa liekin polttimesta ja sammuttaa sen, jolloin polttimen tehokkuus mitätöityy. Turbulenttinen ilmavirta tuuletintilassa vaikuttaa sytytystoimintoon ja vaikeuttaa liekin sytytystä, koska se puhalttaa kaasua pois sytyttimestä. (Wayne/Scott Fetzer Company 2002.)

Hyvin suunniteltu kaasupoltin on tehokas ja sen käytöllä on lukuisia etuja. Jos liekki on samassa tilassa tuulettimen kanssa, suurin osa polttimen tuottamasta lämmöstä suuntautuu suoraan uunikammioon eikä mene hukkaan. Poltin myös saavuttaa toimintalämpötilan paljon nopeammin kuin sähköinen kuumennin, jolloin esilämmityksen energiahäviö on pienempi. Kun esilämmityslämpötila on saavutettu ja poltin on käynnistynyt, haluttuun toimintalämpötilaan pääsemisessä on paljon lyhyempi viive ja tällöin vähemmän lämpöä menee hukkaan. Poltin pystyy tuottamaan samat lämpötilan muutokset kuin sähköinen kuumennin, joten prosessi säilyy samanaikaisena määrättyjen ruokien aika- ja lämpötila-asetusten osalta. Oikeanlainen kaasupoltin tuottaa hyvin pysyvän liekin, joka ei ole altis sammumaan samaan tilaan asennetun puhaltimen toimesta ja liekki saadaan myös sytyttämään puhaltimen virtauksesta huolimatta. (Wayne/Scott Fetzer Company 2002.)

Yksi tai useampi kaasupoltin lämmittää palamistilassa olevaa ilmaa ja uunikammiossa sijaitseva puhallin vetää ilmaa palamistilasta uunikammioon. Puhdasta, kuumennettua ilmaa leviää ilmaputkien ja niissä olevien suuttimien avulla uunikammioon. Puhallin sekoittaa kuumennetun ilman uunikammiossa sijaitsevan ilman kanssa ja kierrättää sekoitettua ilmaa uunikammiossa, jotta ruoka kypsentyy kauttaaltaan. Kuumennetulla ilmalla korvattu ilma poistuu polttokaasujen poistoputkesta. Polttokaasut siirtyvät putkistoa pitkin ulos erotuskanavan läpi, kostea ilma poistuu poistoaukosta ja kuivaa ilmaa tulee saman verran tuloaukosta. (Middleby Marshall Inc. 1997; Polin n.d.)

Polttimessa on käytössä suora kipinäsytytys. Kun sytytin saa käynnistyskäskyn, se alkaa hehkua, kunnes liekin korjaussensori ilmoittaa liekin syttymisestä polttimessa. Jos sensori ei ilmoita liekistä asetetun ajan sisällä, kaasuventtiilin jännite laskee ja kaasuventtiili sulkeutuu turvallisuussyistä. (Wayne/Scott Fetzer Company 2002.)

Kaasukäyttöisten konvektiouunien uunikammio on yleensä eristetty. Uunikammio on hiiliterästä ja sen ulompi päällyste vuorivillaa. Kammio on varustettu tarkastusluukuilla, jotka ovat hallintapuolella sekä puhdistusluukuilla, jotka ovat vastakkaisella puolella. Sekä uunin ylä- että alalämpöä pystyy säätämään ohjauspaneelista. Uunin peruslämpö säädetään kaasupolttimen omasta ohjauspaneelista ja vastuksien lämpötila uunin ohjauspaneelista. Vastuksilla saadaan aikaan paistoväri tuotteiden pinnalle. Uunin paistokuljetin on mekaanisesti kiristetty, mikä tasapainottaa lämpö- ja mekaanista laajenemista. Lisäksi uunin molemmissa päissä on ruostumattomasta teräksestä valmistetut imukuvut, jotka poistavat ilmaa uunista. (Polin n.d.)

Yksi konvektiouunien ongelma on epätasainen lämpötila uunissa, jonka tuloksena on ruoan epätasainen kypsentyminen. Yksi syy epätasaiseen lämpötilaan on korkea- ja matalapainealueet uunikammiossa. Kun uunin puhallin pyörii, se luo samalla korkean ja matalan paineen alueet uunikammion vinosti vastakkaisiin kulmiin. Esimerkiksi, kun puhallin pyörii myötäpäivään, korkeapainealueet syntyvät uunin edestä katsottuna vasemmalle ylös ja oikealle alas sekä matalapainealueet oikealle ylös ja vasemmalle alas uunin kammiossa. Nämä erilaiset painealueet aiheuttavat epätasaisen lämpötilan uunissa. (Middleby Marshall Inc. 1997.)

## 6 KOKEELLINEN OSUUS

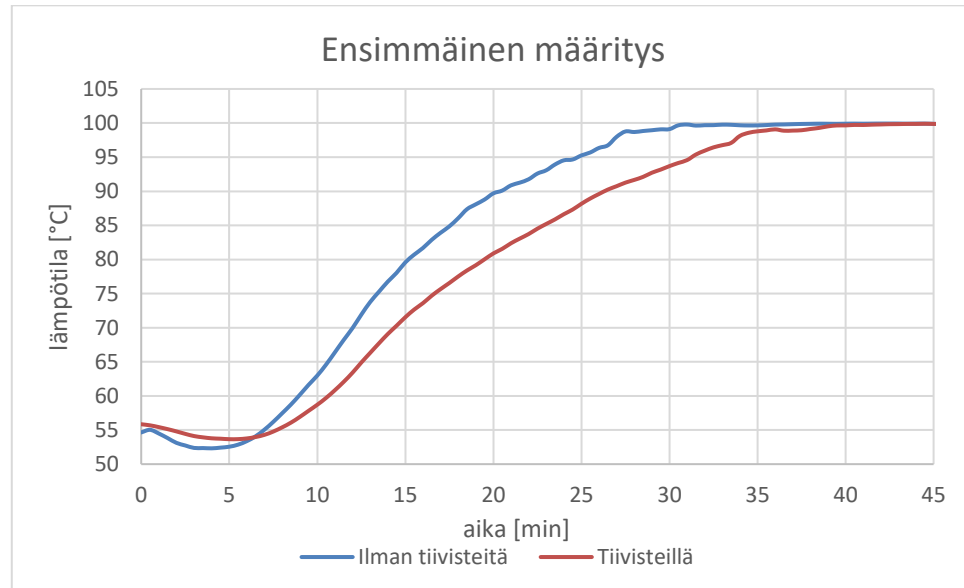
Kokeellinen osuus suoritettiin kokonaan Liha ja Säilyke Oy:n tehtaalla marraskuussa 2017 ja tammikuussa 2018. Kokeellisessa osuudessa mittalaitteina käytettiin kolmea EBI 11 dataloggeria (ks. luku 4.1). Ennen varsinais-

ten kokeiden aloittamista selvitettiin käytettävä mittauskorkeus eli data-loggerin (myöhemmin loggeri) paikka tuotepakkauksessa. Tuotepakkaus oli tässä tapauksessa alumiinirasia.

## 6.1 Mittauskorkeuden määrittäminen

Ennen loggerien käytön aloittamista ne asetettiin käyttöliittymään, joka oli liitetty tietokoneen USB-porttiin. Loggereihin ohjelmoitiin tietokoneelta siihen tarkoitetun ohjelman kautta mittaamisen aloitus- ja päättymisaika sekä aikaväli mittauksille. Aikaväliksi asetettiin 30 sekuntia eli loggeri kirjasi mittausarvon joka 30. sekunti. Mittaamisen päättymisaika asetettiin niin, että se riitti jäähtymykseen asti. Kun loggerit otettiin pois rasioista, ne puhdistettiin ja tiedot siirrettiin käyttöliittymän avulla tietokoneelle.

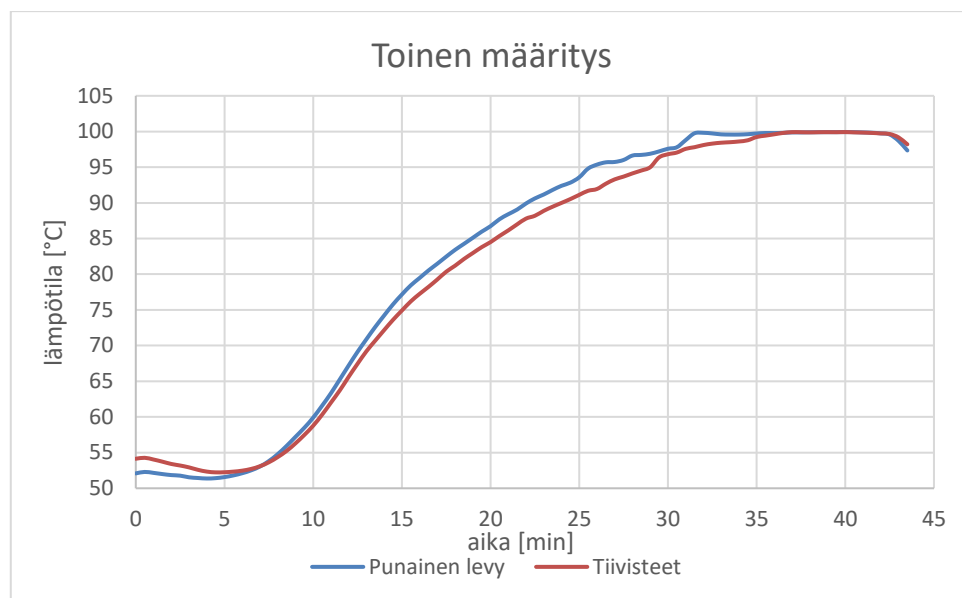
Määrittäminen tehtiin kaksi kertaa samoilla loggereilla, jotka asetettiin eri korkeudelle eri alumiinirasioihin. Loggerit asetettiin niin, että anturi eli mitauspää oli silmämääräisesti rasian keskellä. Ensimmäisessä määrittäyksessä toinen loggeri laitettiin sellaisenaan rasiaan ja toisen ympärille laitettiin mustat korkean lämpötilan kestävät kumitiivisteet. Kuten oli odotettavissa, sellaisenaan rasiassa ollut loggeri antoi lämpimämmät arvot kuin loggeri, jonka ympärillä oli tiivisteet. Tämä johtui siitä, että loggeri oli lähempänä rasian pohjaa, jossa massa on kuumempaa. Kuvasta 2 nähdään ensimmäisen määrittäyksen tulokset.



Kuva 2. Ensimmäinen mittauskorkeuden määrittäminen.

Ensimmäisellä määrittäyksellä varmistettiin, että massa on kuumempaa lähempänä rasian pohjaa. Tarkoituksena oli kuitenkin saada mitattua lämpötilaa mahdollisimman keskeltä rasiaa, jossa massa on viileämpää. Tällöin voitaisiin tutkimusten aikana varmistaa, että tuoteturvallisuuden rajat täyttyisivät.

Toisessa määrittäyksessä toisen loggerin ympärille laitettiin suorakulmion muotoinen kovamuovilevy, johon oli tehty reiät anturia ja pidikettä varten. Levy pyöritettiin anturin juureen ja metallista väännetty pidike kiinnitettiin levyyn, jotta loggeri pysyisi vaakatasossa. Toiseen loggeriin laitettiin samat kumitiivisteet kuin ensimmäisessä määrittäyksessä. Toisen määrittäyksen tulos on esitetty kuvassa 3.



Kuva 3. Toinen mittauskorkeuden määrittäys.

Toisen määrittäyksen jälkeen päätettiin ottaa käyttöön kumitiivisteet, sillä niillä saatiin viileämpi tulos. Ne oli myös helpompi laittaa ja ottaa pois loggerin ympäriltä ja helpompi puhdistaa. Levy oli pinta-alaltaan suurempi, joten ajateltiin, että se olisi mahdollisesti voinut estää lämmönsiirtymistä tuotteessa. Kumitiivisteistä tehtiin samanlaiset jokaiselle loggerille.

## 6.2 Lämpötilan mittaukset

Lämpötilan mittaukset eli loggeroinnit voitiin aloittaa, kun mittauskorkeus oli varmistettu. Loggerien ympärille asetettiin kumitiivisteet ja testattiin aina pöydän pinnalla ennen loggeroinnin aloitusta, että mittauspääät olivat samalla korkeudella. Loggerit asetettiin silmämääräisesti keskelle rasiaa niin, että kumitiivisteet olivat tasaisesti vasten rasian pohjaa. Massan pinta tasoitettiin, kun loggerit oli asetettu ja rasiat merkittiin kääntämällä alumiinirasian reunoja ja lisäämällä pieni alumiinirasian palanen massa pysyyn, jotta ne erottuisivat kansituksessa. Rasiat, joissa loggerit olivat, laitettiin uunin vasempaan reunaan, keskelle ja oikeaan reunaan samaan panostusriviin ja kirjattiin ylös loggereiden sarjanumerot ja niitä vastaavat paikat (vasen, keski, oikea) rivissä. Sama loggeri laitettiin aina samaan paikkaan rivissä.

Kun loggerit olivat uunissa, seurattiin uunin asetus- ja oloarvojen muutoksia. Uunin peruslämpö säätyy itsestään sen jälkeen, kun asetusarvo on asetettu, mutta vastusten lämpötilaa säättää kansituksessa oleva henkilö tuotteiden sisälämpötilan ja paistoväriin mukaan. Kypsennyshävikkiä seurattiin punnitsemalla rasiat ennen kypsennystä annostelupäässä ja kypsennyksen jälkeen kansituspäässä. Kun rasiat oli punnittu kansituksessa, laitettiin niihin kannet, jotka oli merkitty niin, että ne erottuisivat pakkauspäässä, ja rasiat laitettiin menemään jäähdytykseen normaalin prosessin mukaisesti. Taulukossa 4 on esimerkki siitä, miten uunin arvot muuttuivat kypsennysprosessin aikana sekä esimerkki yhden punnitussarjan tuloksista.

Taulukko 4. Esimerkki uunin arvojen ja tuotteen painon muutoksista kypsennysprosessin aikana

Klo								
Uuniin	Kansituksessa				PAINOT [g]			
12:50	13:33					vasen	keski	oikea
Klo	Lämpötila	Vastukset	Nopeus	Poltin	annostelu	481	486	484
12:50	220/242	238/240	38	380	kansitus	433	449	441
13:00	220/233	238/236	38	380	hävikki	48	37	43
13:10	220/205	238/244	38	380	%	9,98	7,61	8,88
13:20	220/215	233/241	38	370				
13:30	220/215	233/230	38	370				
Lt piikkimittarilla		98,0						

Esimerkissä lämpötilan asetusarvo on ollut 220 °C ja todelliset oloarvot 242–215 °C. Vastusten asetusarvo on ollut aluksi 238 °C ja se on vaihdettu 233 °C:seen. Polttimen lämpötila on vaihdettu 380 °C:sta 370 °C:seen. Tässä tapauksessa uunin peruslämpötila ja vastusten lämpötila on vaihdeltu sen takia, että vähän ennen loggerointia on ollut tuotevaihto, jolloin uunissa on ollut tyhjää. Vastusten ja polttimen asetusarvot on vaihdettu tuotteen vaihtuessa työntekijän toimesta. Nopeutta säättää myös työntekijä itse, ja tässä tapauksessa nopeutta ei ollut säädetty.

Tuotteessa tapahtunut painohäviö on esimerkissä ollut 9,98–7,61 %. Uunin vasen reuna on kuumempi kuin oikea, ja siksi hävikki oli suurempi vasemmassa reunassa olleessa rasiassa. Keskimmäisen rasian hävikki on esimerkissä ollut jostain syystä kaikista pienin. Massan koostumus ja uunin lämpötilan vaihtelut ovat voineet vaikuttaa tulokseen. Lämpötila mitattiin kansituksessa myös piikkimittarilla keskeltä rasiaa vertailun vuoksi.

Tuotteista käytetään työssä kirjainkoodeja A–H, sillä tuotteiden oli määrä pysyä salassa. Loggerointeja toistettiin eri määrä eri tuotteilla. Toistoja oli vähintään 8 ja enintään 22. Toistojen määrä vaihteli, koska joitain tuotteita valmistettiin vain kaksi kerta viikossa, joitain päivittäin ja muutamaa tuotetta valmistettiin vain kahden kuukauden sesongin ajan.

Marraskuussa 2017 kerättiin mittausdataa uunin alkuperäisillä asetusarvoilla, ja tulosten pohjalta alettiin tehdä muutoksia. Tuloksia tarkasteltiin yhdessä valmistuspäällikön, osaston työnjohton, laadunohjaajan ja tuotekehityksen kanssa ja pohdittiin, mitä toimenpiteitä voitiin tehdä hävikin pienentämiseksi. Tammikuussa 2018 tehtiin muutokset uunin asetusarvoihin ja jatkettiin lämpötilan mittauksia ja tulosten seurantaa. Tuotteiden F–H muutokset tehtiin kuitenkin jo marraskuussa niiden sesonkiajan vuoksi. Vaikka asetusarvot ovat uunikohtaisia, uunin arvoja ja niiden muutoksia ei esitetä tässä opinnäytetyössä (yllä olevaa esimerkkiä lukuun ottamatta). Tutkimuskysymyksen ”Mitkä ovat optimit kypsennyslämpötilat tuotteille mahdollisimman suurella uunin nopeudella?” vastausta ei siis julkaista opinnäytetyössä, vaan tieto jäi pelkästään yritykselle työohjeen muodossa.

### 6.3 Aistinvaraiset arvioinnit

Ruoan maku, rakenne, ulkonäkö ja haju vaikuttavat siihen, haluaako ruokaa syödä nyt tai jatkossa. Ihmisen aistit ovat elintärkeitä, jotta voidaan esimerkiksi estää haitallisten aineiden joutuminen kehoon ja valikoida tärkeät, tarvittavat aineet. Aistinvarainen arviointi tuli osaksi elintarvikeyritysten laadunvarmistusta 1900-luvun aikana. Laadusta tuli tärkeä kilpailuvaltti eri tuotteiden välillä. Aistinvarainen tutkimus on määritelty tieteelliseksi menetelmäksi mitata, analysoida ja tulkita aistien avulla syntyviä vasteita elintarvikkeeseen. (Tuorila & Appelbye 2008, 17–19.)

Tuotteita arvioitiin aistinvaraisesti marraskuussa 2017 ennen uunin asetusarvojen muutoksia sekä tammikuussa 2018, kun oli tehty lopulliset muutokset. Arvioijat olivat yrityksen toimihenkilöitä sekä opinnäytetyön tekijä. Aistinvarainen arviointi -lomake on esitetty liitteessä 1.

Aistinvaraisissa arvioinneissa arvioitiin tuotteiden paistoväriä, rakennetta ja makua. Värin ja rakenteen arviointiasteikot on esitetty taulukossa 5. Tuotteiden makua arvioitiin asteikolla 1–10.

Taulukko 5. Arviointiasteikko värin ja rakenteen osalta

Asteikko	Väri	Rakenne
1	Ei väriä	Kostea
2	Hieman väriä	Hieman kostea
3	Juuri oikea	Juuri oikea
4	Liikaa väriä	Hieman kuiva
5	Palanut	Erittäin kuiva

Tuotteita F-H ei arvioitu muutosten jälkeen työkiireiden takia, mutta tuotekehitys varmisti tuotteiden laadun. Arvioinnin tarkoituksena olikin lähinnä varmistaa, että tuotteet vastasivat vähintään samaa laatua kuin aikaisemmin.

## 7 TULOKSET

### 7.1 Kypsennyshävikki

Taulukossa 6 on esitetty kypsennyshävikin pienentyminen prosenttiyksiköinä sekä yli 90 °C:ssa kuumentumisen vähentyminen minuutteina.

Taulukko 6. Kypsennys- ja ylikuumennushävikin pienentyminen tuotteittain

Tuote	Kypsennyshävikki alussa [%]	Kypsennyshävikki lopussa [%]	Pienentynyt, prosenttiyksikköä	Aika yli 90 °C:ssa vähentynyt [min]
A ja B	11,37	8,10	3,27	7,50
C	11,73	8,26	3,47	14,67
D	13,70	10,78	2,92	3,67
E	12,65	9,56	3,09	12,00
F	11,68	7,13	4,55	2,67
G	9,59	7,10	2,49	8,50
H	10,70	7,85	2,85	9,83

Tuotteet A ja B ovat lähes sama tuote ja työn aikana todettiin, että niiden tulosten välillä ei ollut eroja, joten niiden tulokset yhdistettiin. A:n ja B:n osalta saatiin hyvät tulokset. Kypsennyshävikki pienentyi 3,27 prosenttiyksikköä ja ylikuumennusaika väheni 7,50 minuuttia.

Tuotteen C kypsennyshävikki pieneni teoriassa jopa 3,47 prosenttiyksikköä ja ylikuumennusaika 14,67 minuuttia. Näillä tuloksilla tuli kuitenkin ongelmia tuoteturvallisuuden kanssa. Tuotteet olivat juuri ja juuri 90 °C:ssa 10 minuuttia, mutta tällöin lämpötilaa täytyi mitata lyhyin väliajoin ja uunia jouduttiin säätämään jatkuvasti. Lopuksi tultiin siihen tulokseen, että tuotteen C muutoksista ei tehdä pysyviä, vaan pysytään vanhoissa asetusarvoissa.

Tuotteella D saatiin pienennettyä kypsennyshävikkiä 2,92 prosenttiyksikköä, mutta ylikuumennusaikaa vain 3,67 minuuttia. Tuote oli jo ennen uuniin menoa erittäin kuuma, joten ylikuumennusta oli vaikea välttää. Jotta sitä olisi saatu pienemmäksi, tuotteen olisi täytynyt olla huomattavasti viileämpi uuniin mennessä ja se olisi vaatinut suuria muutoksia valmistukseen.

Tuotteen E osalta saatiin myös hyvät tulokset. 3,09 prosenttiyksikön pienentyminen kypsennyshävikissä ja jopa 12,00 minuutin väheneminen ylikuumennusajassa. Tuotteen tuotantomäärät olivat melko pieniä, joten uunin säätöarvoja oli hankala muuttaa, mutta tavoite kuitenkin saavutettiin tämän tuotteen osalta.

Tuotteet F, G ja H olivat vain sesonkiajan valmistuksessa, mutta niillä ehdittiin silti saada hyviä tuloksia. Tuotteen F kypsennyshävikki pieneni jopa 4,55 prosenttiyksikköä, mutta ylikuumennusaika vain 2,67 minuuttia. Tuotteen ylikuumennusaika oli koko ajan melko korkea, mikä johtui luultavasti siitä, että massa oli hieman kuumempaa suhteessa joihinkin muihin tuotteisiin. Tuotteen G kypsennyshävikki pieneni 2,49 prosenttiyksikköä ja ylikuumennusaika 8,50 minuuttia eli tuotteen osalta tulokset olivat hyvät. Tuotteen H valmistusprosessia muutettiin hieman kesken sesongin tuotantoteknisistä syistä, ja se vaikutti samalla positiivisesti kypsennys- ja ylikuumennushävikkiin. Kypsennyshävikki pieneni 2,83 prosenttiyksikköä ja ylikuumennusaika väheni 9,83 minuuttia tuotteella H.

## 7.2 Lämpötilan mittaukset

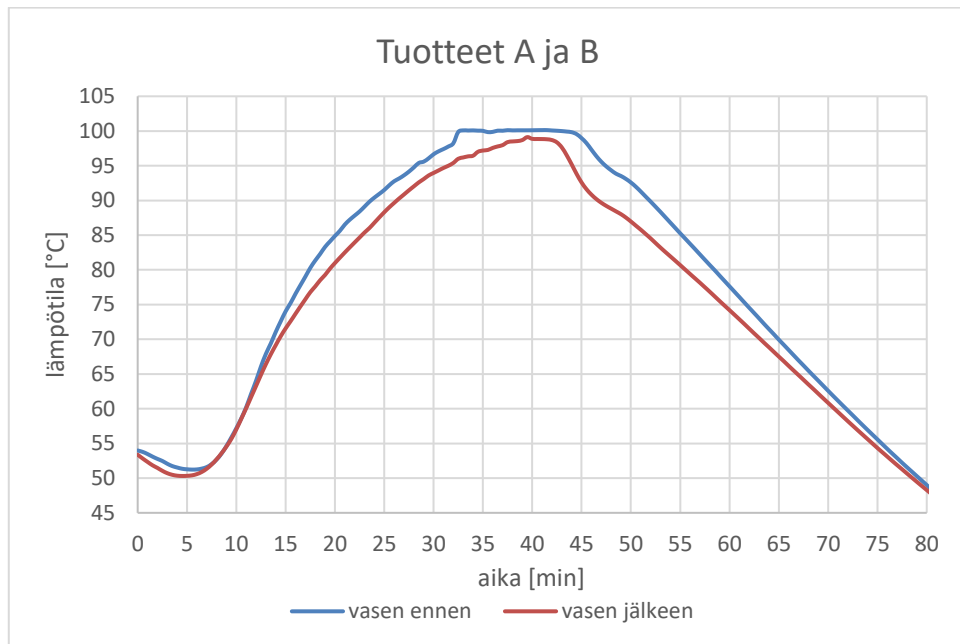
Kuvissa 4–17 (s. 20–27) on esitetty tuotteittain uunin vasemman ja oikean reunan loggerointien tulokset. Keskimmäisenä olleen loggerin tuloksia ei otettu mukaan työhön, sillä uunissa keskimmäisenä ollut loggeri ei ollut sarjanumeroltaan sama jokaisella loggerointikerralla. Näin ollen tulokset eivät ole verrattavissa.

Yhteen kuvaan on otettu vain uunin toinen reuna ja tämän reunan loggerointi ennen uunin asetusarvojen muutoksia ja loggerointi asetusarvojen muutosten jälkeen. Seuraavista loggerointikäyristä on myös saatu muutostarvot, jotka ovat luvussa 7.1 esitetyssä taulukossa. Ennen-käyrä on niin sanotusti huonoin tulos ja jälkeen-käyrä paras tulos. Käyrän muoto on sitä parempi, mitä vähemmän aikaa tuotteen lämpötila on ollut yli 90 °C:ssa. Kuvista pystyy myös tulkitsemaan annosteltavan massan lämpötilan vaikutuksen paistolämpötilaan. Massan lämpötilan näkee kohdasta, josta käyrä alkaa. Kuvissa vaaka-akselilla on aika minuutteina ja pystyakselilla lämpötila celsiusasteina. Lämpötila- ja aika-asteikot vaihtelevat kuvissa hieman riippuen massan lämpötilasta ennen kypsennystä.

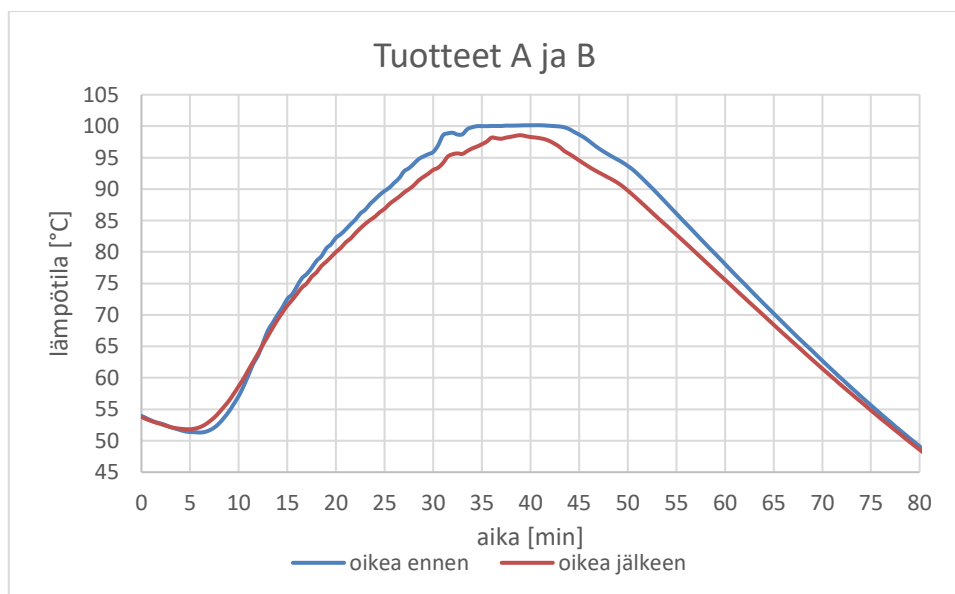
### 7.2.1 Tuotteet A ja B

Kuvassa 4 (s. 20) on esitetty uunin vasemman reunan loggerointitulokset ennen muutoksia ja muutosten jälkeen ja kuvassa 5 (s. 20) oikean reunan loggerointitulokset ennen muutoksia ja muutosten jälkeen. Sekä kuvassa 5 että kuvassa 6 tuote on selkeästi ollut kauemmin yli 90 °C:ssa ennen muutoksia kuin muutosten jälkeen. Alussa ja lopussa käyrien muoto on melko samanlainen, mutta kypsennyksen aikana ja jonkin aikaa sen jälkeen niiden välillä on selvä ero.





Kuva 4. Uunin vasemman reunan loggerointitulokset tuotteiden A ja B osalta.

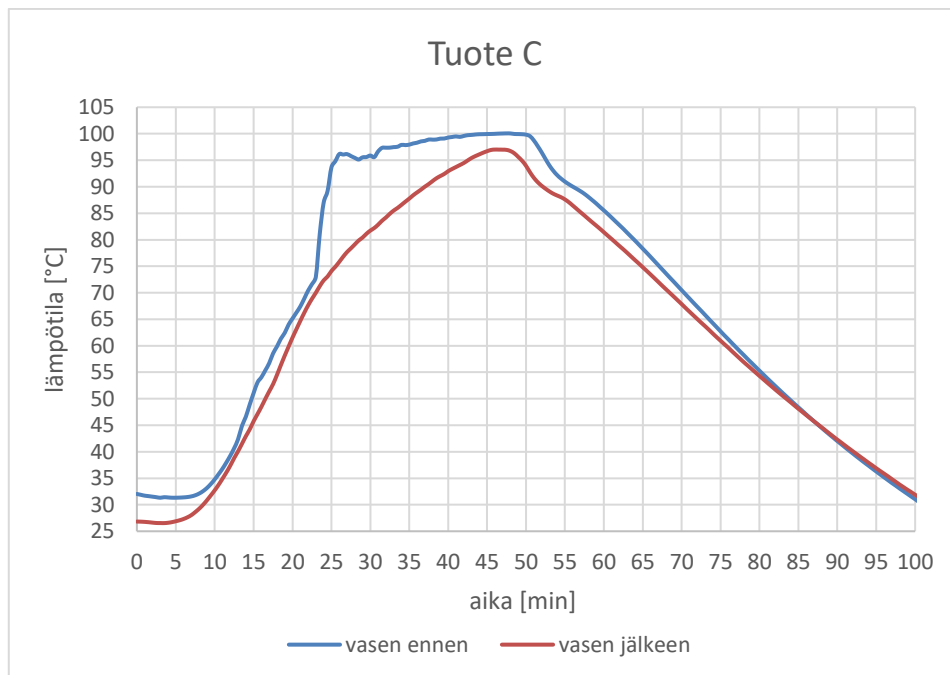


Kuva 5. Uunin oikean reunan loggerointitulokset tuotteiden A ja B osalta.

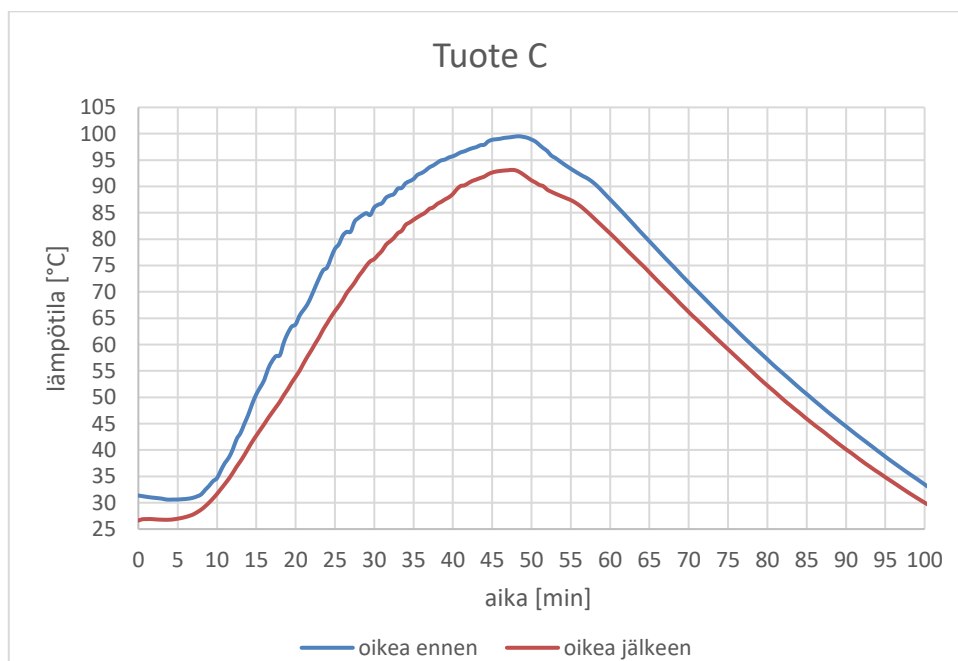
### 7.2.2 Tuote C

Kuvassa 6 (s. 21) on esitetty uunin vasemman reunan loggeroinnit ennen muutoksia ja muutosten jälkeen ja kuvassa 7 (s. 21) uunin oikean reunan loggeroinnit ennen muutoksia ja muutosten jälkeen. Vasemman reunan loggerointi ennen muutoksia on noussut erittäin jyrkästi, joten loggerin mittauspään kohdalla on voinut olla kosteampi kohta, joka on ollut kuumempi tai loggeri on voinut liikahtaa rasiassa. Uunin lämpötilassa on myös voinut tapahtua muutosta. Korkeampi massan lämpötila on vaikuttanut

ennen muutoksia tehdyn loggeroinnin tulokseen. Tuotteen C tuloksista nähdään kypsennyshävikin kannalta paras mahdollinen tulos, mutta tuoteturvallisuuden kannalta melko huono tulos.



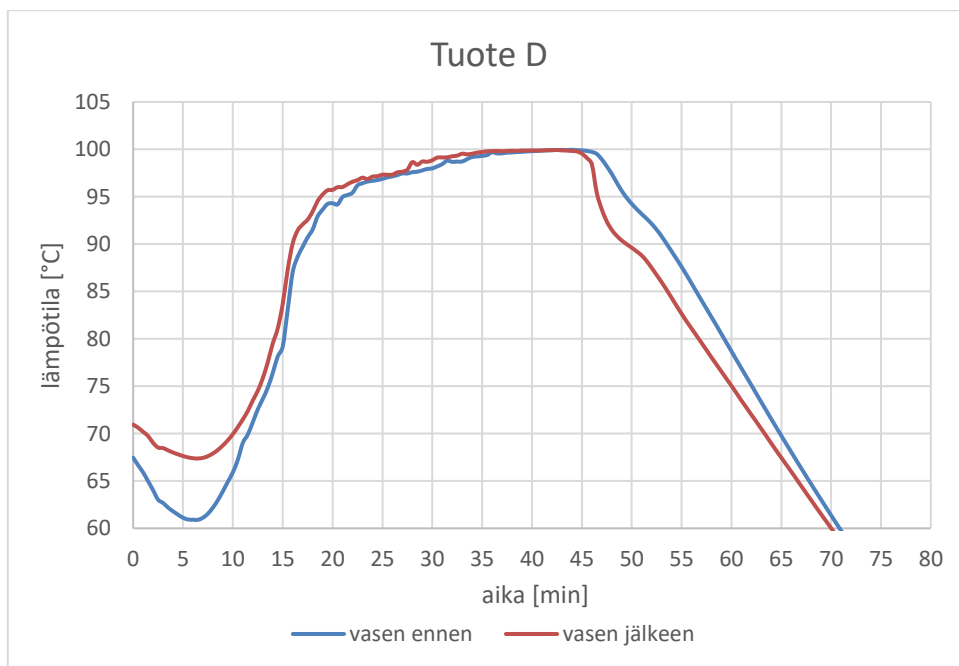
Kuva 6. Uunin vasemman reunan loggerointitulokset tuotteen C osalta.



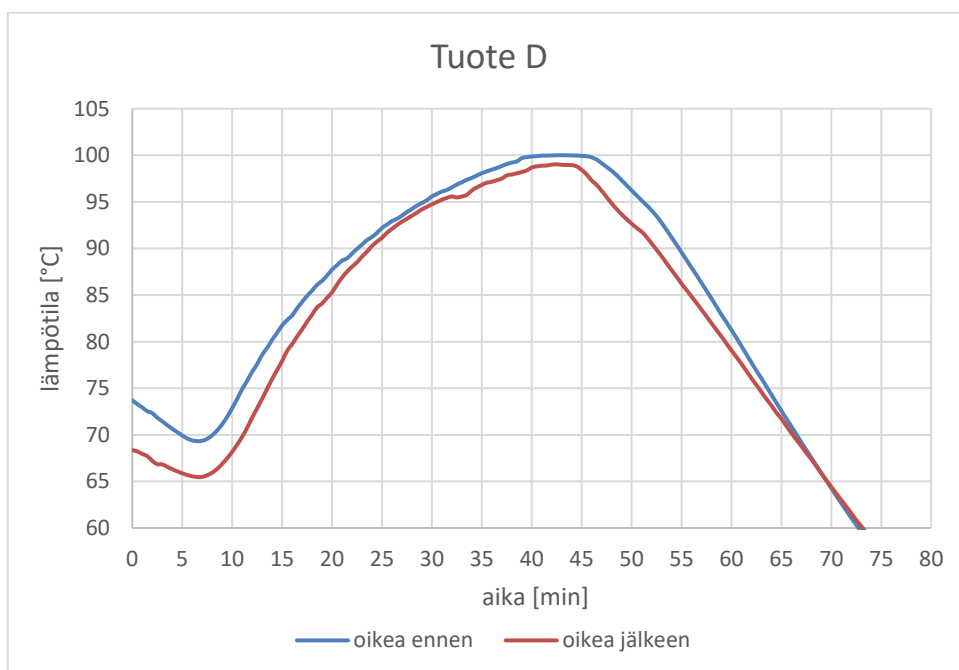
Kuva 7. Uunin oikean reunan loggerointitulokset tuotteen C osalta.

### 7.2.3 Tuote D

Kuvasta 8 nähdään uunin vasemman reunan loggeroinnit ennen muutoksia ja muutosten jälkeen ja kuvasta 9 uunin oikean reunan loggeroinnit ennen muutoksia ja muutosten jälkeen. Käyrien muodosta ilmenee selvästi, että uunin vasen reuna on kuumempi. Massan lämpötilan vaikutus on myös selvästi havaittavissa. Mitä kuumempi massa, sitä nopeammin lämpötila oletettavastikin nousee yli 90 °C:seen.



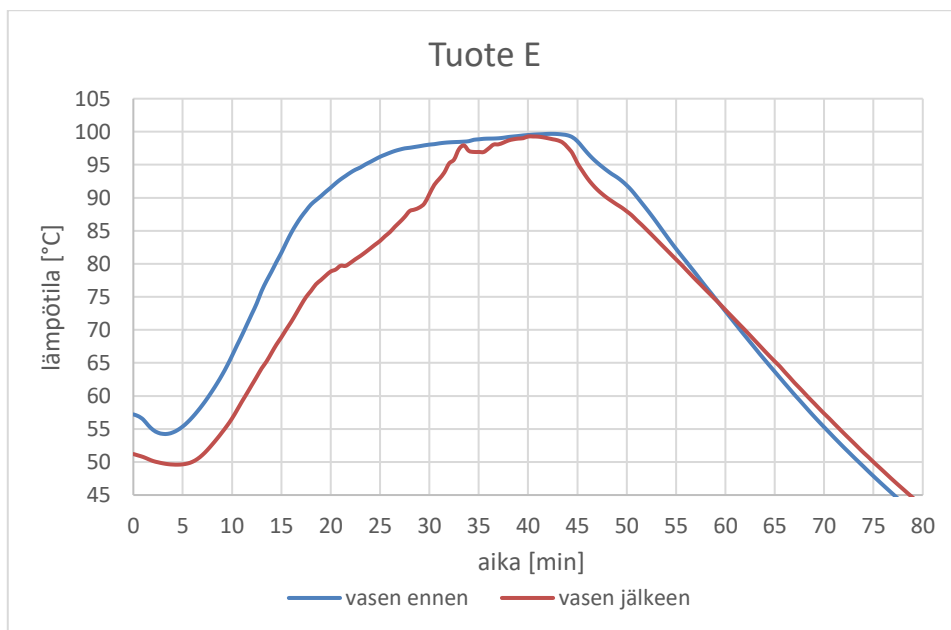
Kuva 8. Uunin vasemman reunan loggerointitulokset tuotteen D osalta.



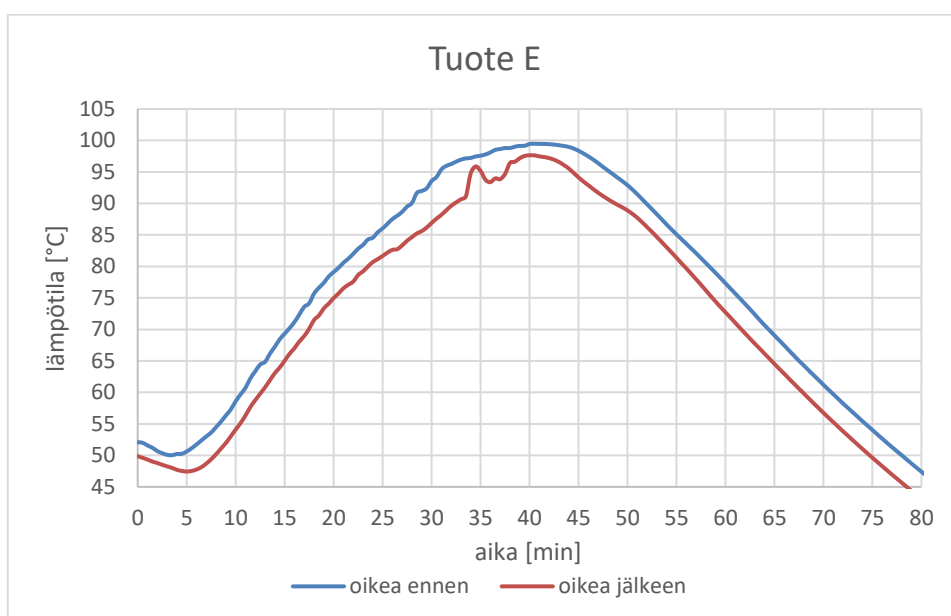
Kuva 9. Uunin oikean reunan loggerointitulokset tuotteen D osalta.

### 7.2.4 Tuote E

Kuvassa 10 on esitetty uunin vasemman reunan loggeroinnit ennen muutoksia ja muutosten jälkeen ja kuvassa 11 uunin oikean reunan loggeroinnit ennen muutoksia ja muutosten jälkeen. Kuvista voidaan todeta tuotteen E hyvät tulokset. Muutosten jälkeisten loggerointikäyrien muodot ovat huomattavasti parempia, mikä johtuu tehtyjen muutosten lisäksi massan lämpötilasta, joka on ollut hieman matalampi tässä loggeroinnissa.



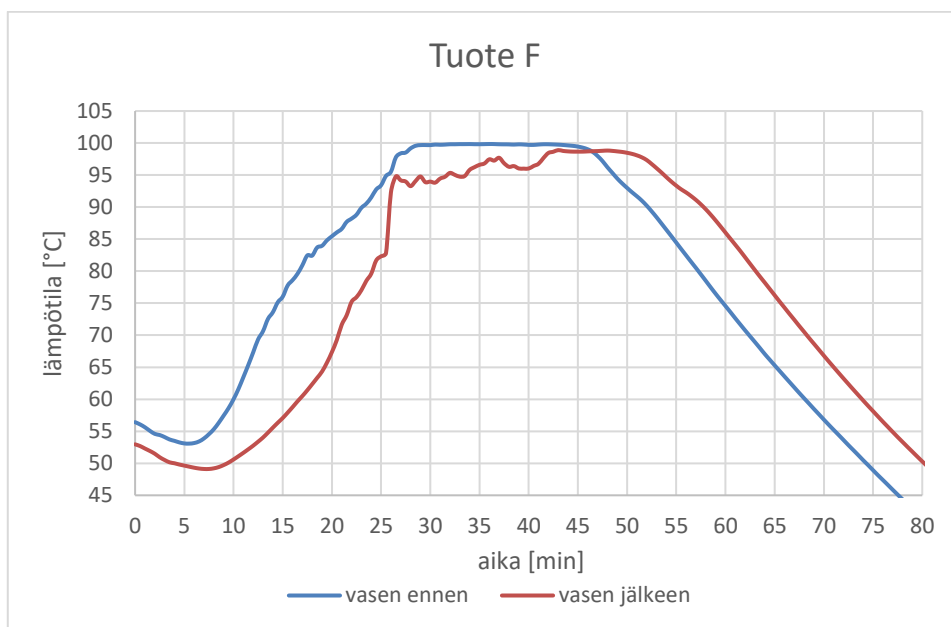
Kuva 10. Uunin vasemman reunan loggerointitulokset tuotteen E osalta.



Kuva 11. Uunin oikean reunan loggerointitulokset tuotteen E osalta.

### 7.2.5 Tuote F

Kuvasta 12 nähdään uunin vasemman reunan loggeroinnit ennen muutoksia ja muutosten jälkeen ja kuvasta 13 (s. 25) uunin oikean reunan loggeroinnit ennen muutoksia ja muutosten jälkeen. Jälkeen-tuloksissa massan lämpötila on ollut alhaisempi kuin ennen-tuloksissa, jolloin lämpötila on noussut hitaammin yli 90 °C:seen, ja myös jäähtynyt hitaammin, josta seurauksena on hyvin erimuotoiset käyrät. Uunin vasemman reunan jälkeentuloksessa on positiivista, että lämpötila ei ole kohonnut 100 °C:seen, mutta käyrän muoto on erikoinen. Lämpötila on liikkunut ylös ja alas monta kertaa, mikä selittyy osittain sillä, että uunissa vallitseva lämpötila on muuttunut jatkuvasti. On myös mahdollista, että uunin arina on värähdellyt, jolloin loggeri on saattanut liikahdella rasiassa. On kuitenkin hyvin epätodennäköistä, että lämpötila laskee ja nousee kuten kuvassa, jos uunissa ei ole tapahtunut mitään häiriötä aiheuttavaa.



Kuva 12. Uunin vasemman reunan loggerointitulokset tuotteen F osalta.



Kuva 13. Uunin oikean reunan loggerointitulokset tuotteen F osalta.

#### 7.2.6 Tuote G

Kuvassa 14 on esitetty uunin vasemman reunan loggeroinnit ennen muutoksia ja muutosten jälkeen ja kuvassa 15 (s. 26) uunin oikean reunan loggeroinnit ennen muutoksia ja muutosten jälkeen. Tuotteen G tulokset olivat erittäin hyviä ja ne saatiin aikaan vähäisillä muutoksilla. Myös tuotteen G osalta parempiin tuloksiin on vaikuttanut jonkin verran massan lämpötila.



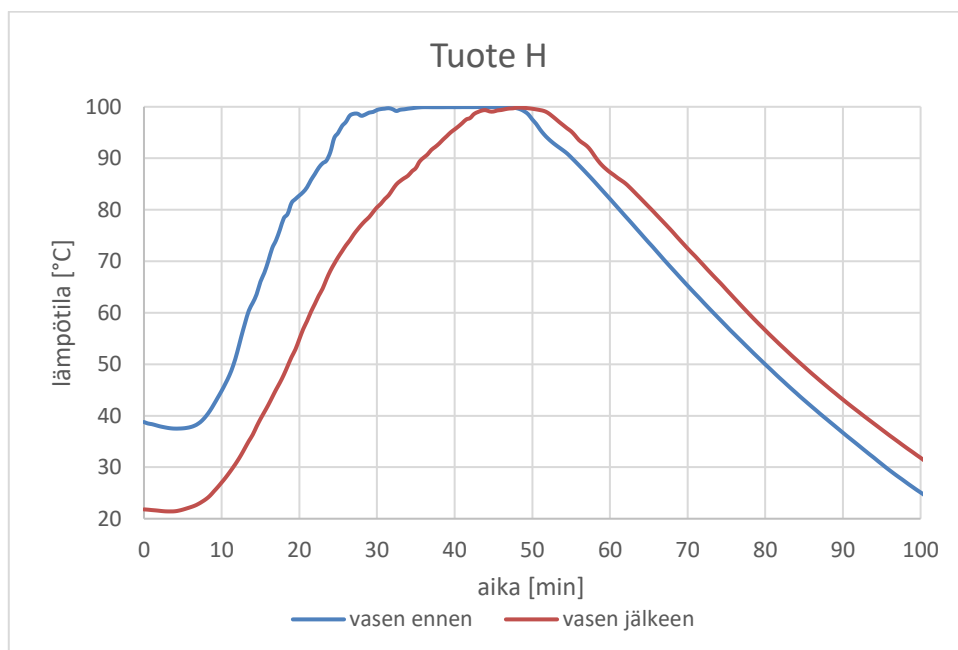
Kuva 14. Uunin vasemman reunan loggerointitulokset tuotteen G osalta.



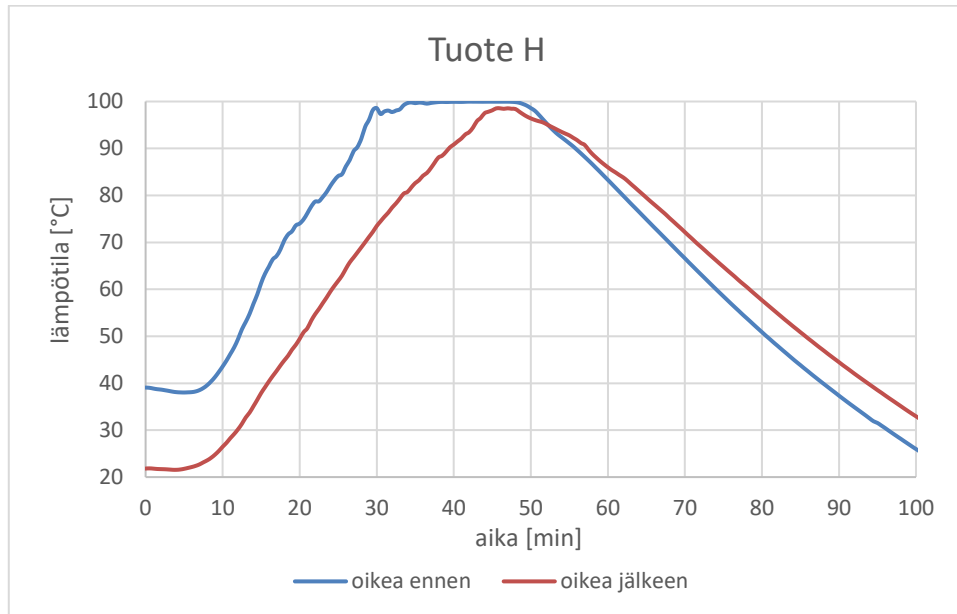
Kuva 15. Uunin oikean reunan loggerointitulokset tuotteen G osalta.

### 7.2.7 Tuote H

Kuvassa 16 on esitetty uunin vasemman reunan loggeroinnit ennen muutoksia ja muutosten jälkeen ja kuvassa 17 (s. 27) uunin oikean reunan loggeroinnit ennen muutoksia ja muutosten jälkeen. Tuote H oli tuotannollisesti erittäin hankala tuote ja siksi sen valmistusprosessia muutettiin hieman, jonka seurauksena massa oli huomattavasti viileämpää ennen kypsennystä. Kuvista voidaan todeta, että se on vaikuttanut positiivisesti ylikuumennushävikkiin.



Kuva 16. Uunin vasemman reunan loggerointitulokset tuotteen H osalta.



Kuva 17. Uunin oikean reunan loggerointitulokset tuotteen H osalta.

### 7.3 Aistinvaraiset arvioinnit

Aistinvaraisten arviointien tuloksista laskettiin keskiarvot, keskihajonnat ja vaihteluvälit. Tilastollisten tunnuslukujen avulla pyritään kuvailemaan mitattujen muuttujien keskeisiä ominaisuuksia mahdollisimman selkeästi. (Nummenmaa, Holopainen & Pulkkinen 2016, 69.)

Aritmeettinen keskiarvo saadaan laskemalla kunkin arvioitavan ominaisuuden havaintoarvot yhteen ja jakamalla saatu summa havaintojen lukumäärällä. Keskiarvo kertoo sen, kuinka suurina havaintoarvot olisivat, jos mitattava asia jaettaisiin tasan havaintoarvojen kesken. (Nummenmaa ym. 2016, 75).

Vaihteluväli kuvaa sitä, kuinka laajalta alueelta havaintoaineiston mittaus-tuloksia on saatu. Vaihteluvälissä ilmoitetaan aineiston pienin ja suurin havainto. Vaihteluvälin pituus saadaan vähentämällä aineiston suurimman havainnon arvosta aineiston pienimmän havainnon arvo. (Nummenmaa ym. 2016, 81.)

Keskihajonta kuvaa havaintoarvojen keskimääräistä hajontaa. Keskihajonta saadaan vähentämällä ensin havaintojen keskiarvo jokaisen havainnon arvosta ja saatu arvo lasketaan potenssiin kaksi. Edellä lasketut arvot summataan ja saatu arvo jaetaan havaintoarvojen lukumäärällä, jonka jälkeen saadusta arvosta otetaan neliöjuuri. Saatu keskihajonta kertoo sen, kuinka kaukana havaintoarvot keskimäärin ovat keskiarvosta. (Nummenmaa ym. 2016, 82–83.)



Aistinvaraisissa arvioinneissa arvioijat saattoivat tehdä jonkin verran psykologisia virheitä. Psykologisia virheitä ovat esimerkiksi keskihakuisuusvirhe, odotusvirhe, tottumisvirhe ja looginen virhe. Keskihakuisuusvirheen tehdessään arvioija pyrkii välttämään ääripäitä ja käyttämään arviointiaskeikon keskiosaa ja odotusvirhe tulee aikaisimpien arviointien ennakkokäsityksistä, jolloin arvioija arvioi odotusten eikä aistien perusteella. Tottumisvirheessä arvioija arvioi aina samalla vastauksella, vaikka ärsyke olisi voimakas ja loogisessa virheessä jokin aistittava ominaisuus vaikuttaa toiseen, esimerkiksi huono ulkonäkö vaikuttaa siihen, miten henkilö kokee tuotteen maun. (Tuorila & Appelbye 2008, 158.)

Aistinvaraisia arviointeja suoritettiin silloin, kun oli aikaa eikä niitä varten tehty erityisiä järjestelyjä. Arviointiasteikko oli värin ja rakenteen osalta 1–5, joista 3 oli optimaalinen tulos. Mitä lähempänä keskiarvo on arvoa 3, sitä parempi tulos. Maun osalta arviointiasteikko oli 1–10 eli mitä lähempänä maun keskiarvo on arvoa 10, sen parempi. Aistinvaraisten arviointien tuloksissa tuotteet A ja B ovat erillään, koska ne arvioitiin erillisinä tuotteina.

### 7.3.1 Ennen muutoksia

Taulukossa 7 on esitetty ennen uunin arvojen muutoksia tehtyjen arviointien keskiarvot. Paras keskiarvo värin osalta oli tuotteella D. Myös tuotteiden B ja E keskiarvot olivat lähellä toivottua arvoa. Rakenteen osalta paras keskiarvo oli tuotteella B. Maun osalta paras tulos oli tuotteella C, mutta lähellä olivat myös tuotteet B ja D.

Taulukko 7. Ennen muutoksia tehtyjen arviointien keskiarvot

Tuote	A	B	C	D	E
Väri	2,08	3,15	3,54	3,00	3,18
Rakenne	2,69	3,15	3,46	3,33	3,36
Maku	7,23	7,65	7,92	7,75	7,18

Värin osalta tuotteen A vaihteluväli oli (1,3) ja vaihteluvälin pituus 2. Tuotteen B vaihteluväli oli (3,4) ja vaihteluvälin pituus 1. Tuotteen C vaihteluväli oli (2,5) ja vaihteluvälin pituus 3. Tuotteen D vaihteluväli oli (3) ja vaihteluvälin pituus 0. Tuotteen E vaihteluväli oli (2,5) ja vaihteluvälin pituus 3.

Rakenteen osalta tuotteen A vaihteluväli oli (1,4) ja vaihteluvälin pituus 3. Tuotteen B vaihteluväli oli (2,4) ja vaihteluvälin pituus 2. Tuotteen C vaihteluväli oli (2,5) ja vaihteluvälin pituus 3. Tuotteen D vaihteluväli oli (3,4) ja vaihteluvälin pituus 1. Tuotteen E vaihteluväli oli (2,4) ja vaihteluvälin pituus 2.

Maun osalta tuotteen A vaihteluväli oli (6,9) ja vaihteluvälin pituus 3. Tuotteen B vaihteluväli oli (6,9) ja vaihteluvälin pituus 3. Tuotteen C vaihteluväli

oli (5,9) ja vaihteluvälin pituus 4. Tuotteen D vaihteluväli oli (6,10) ja vaihteluvälin pituus 4. Tuotteen E vaihteluväli oli (5,10) ja vaihteluvälin pituus 5.

Taulukossa 8 on esitetty ennen muutoksia tehtyjen arviointien keskihajonnat. Suurin keskihajonta värin osalta oli tuotteella C ja pienin tuotteella D, jonka kaikki havaintoarvot olivat samoja. Rakenteen osalta suurin keskihajonta oli tuotteella A ja pienin tuotteella D. Maun osalta suurin keskihajonta oli tuotteella C ja pienin tuotteella B.

Taulukko 8. Ennen muutoksia tehtyjen arviointien keskihajonnat

Tuote	A	B	C	D	E
Väri	0,9541	0,3755	1,1266	0,0000	1,0787
Rakenne	0,9473	0,6887	0,7763	0,5164	0,8090
Maku	1,1658	0,8987	1,4979	1,3323	1,4709

### 7.3.2 Muutosten jälkeen

Taulukossa 9 on esitetty muutosten jälkeen tehtyjen arviointien keskiarvot. Paras keskiarvo värin osalta oli tuotteella D. Myös tuotteen A keskiarvo värin osalta oli hyvä eikä muutkaan jääneet kauas tavoitearvosta. Rakenteen osalta paras keskiarvo oli tuotteella D ja tuotteiden A ja E keskiarvot olivat hyvät. Maun osalta paras oli tuote D.

Taulukko 9. Muutosten jälkeen tehtyjen arviointien keskiarvot

Tuote	A	B	C	D	E
Väri	3,07	3,20	3,11	3,00	2,80
Rakenne	3,07	2,80	2,56	3,00	3,10
Maku	8,00	7,60	7,78	8,50	7,75

Värin osalta tuotteen A vaihteluväli oli (3,4) ja vaihteluvälin pituus 1. Tuotteen B vaihteluväli oli (3,4) ja vaihteluvälin pituus 1. Tuotteen C vaihteluväli oli myös (3,4) ja vaihteluvälin pituus 1. Tuotteen D vaihteluväli oli (3) ja vaihteluvälin pituus 0. Tuotteen E vaihteluväli oli (2,4) ja vaihteluvälin pituus 2.

Rakenteen osalta tuotteen A vaihteluväli oli (2,4) ja vaihteluvälin pituus 2. Tuotteen B vaihteluväli oli (2,3) ja vaihteluvälin pituus 1. Tuotteen C vaihteluväli oli (2,3) ja vaihteluvälin pituus 1. Tuotteen D vaihteluväli oli (3) ja vaihteluvälin pituus 0. Tuotteen E vaihteluväli oli (3,4) ja vaihteluvälin pituus 1.

Maun osalta tuotteen A vaihteluväli oli (7,10) ja vaihteluvälin pituus 3. Tuotteen B vaihteluväli oli (7,8) ja vaihteluvälin pituus 1. Tuotteen C vaihteluväli oli (6,9) ja vaihteluvälin pituus 3. Tuotteen D vaihteluväli oli (6,10)

ja vaihteluvälin pituus 4. Tuotteen E vaihteluväli oli (7,10) ja vaihteluvälin pituus 3.

Taulukossa 10 on esitetty muutosten jälkeen tehtyjen arviointien keskihajonnat. Suurin keskihajonta värin osalta oli tuotteella E ja pienin tuotteella D, jonka kaikki havaintoarvot olivat jälleen samoja. Suurin keskihajonta rakenteen osalta oli tuotteella C ja pienin tuotteella D, jonka kaikki havaintoarvot olivat myös rakenteen osalta samoja. Maun osalta suurin keskihajonta oli tuotteella D ja pienin tuotteella B.

Taulukko 10. Muutosten jälkeen tehtyjen arviointien keskihajonnat

Tuote	A	B	C	D	E
Väri	0,2673	0,4472	0,3333	0,0000	0,6325
Rakenne	0,4746	0,4472	0,5270	0,0000	0,3162
Maku	0,7845	0,5477	1,0929	1,1785	0,9204

Tulosten mukaan tuote A oli miellyttävämpi värin, rakenteen ja maun osalta muutosten jälkeen ja keskihajonnat olivat pienentyneet jokaisen arviointikriteerin osalta. Tuote B oltiin arvioitu huonommaksi muutosten jälkeen, mutta arvioinneissa olleet näytteet saattoivat olla heikompia kuin tavallisesti. Tuotteen C tuloksissa ei ollut tapahtunut huomattavaa muutosta, ainoastaan väri oli parempi kuin aikaisemmin. Tuotteen D tulokset olivat parantuneet tai pysyneet samana muutosten jälkeen jokaisen arviointikriteerin osalta ja keskihajonnat olivat pienentyneet. Tuotteen E rakenne ja maku olivat miellyttävämpiä kuin aikaisemmin ja keskihajonnat olivat pienentyneet. Havaintoarvot olivat siis lähempänä keskiarvoa, koska keskihajonnat olivat pienentyneet lähes jokaisen tuotteen osalta.

#### 7.4 Uunin kaasunkulutus

Laatikkouunin kaasunkulutusta pystyttiin seuraamaan jälkeenpäin tietokoneohjelmasta, johon päivittäiset kulutustiedot kirjautuivat automaattisesti. Kulutetun kaasun määrää ( $\text{m}^3$ ) verrattiin laatikkoruokalinjan valmistuskiloihin (kg), jolloin saatiin tulos kuutiometriä per kilogramma. Muutettiin kuutiometrit kuutiodesimetreiksi selkeämpien lukujen vuoksi. Taulukossa 11 (s. 31) on esitetty kaasunkulutus vuoden 2017 kesäkuusta vuoden 2018 huhtikuuhun. Uuniin on asennettu kaasupoltin vasta vuonna 2017, joten pidemmältä aikaväliltä ei siksi ole saatavilla kulutustietoja.

Taulukko 11. Uunin kaasunkulutukset kesäkuu 2017–huhtikuu 2018

Vuosi 2017	[dm <sup>3</sup> /kg]	Vuosi 2018	[dm <sup>3</sup> /kg]
Kesäkuu	17,11	Tammikuu	14,13
Heinäkuu	17,85	Helmikuu	13,74
Elokuu	15,35	Maaliskuu	14,17
Syyskuu	14,81	Huhtikuu	14,40
Lokakuu	15,60		
Marraskuu	14,44		
Joulukuu	14,51		

Kaasunkulutusta olisi ollut hyvä seurata pidemmän aikaa, jotta olisi voitu selvittää todellinen muutos. Kaasuseos on hieman erilainen eri vuoden aikoina, mikä saattaa vaikuttaa jonkin verran kulutukseen. Huhtikuuhun 2018 asti saatujen tietojen perusteella muutosta on kuitenkin tapahtunut hyvään suuntaan.

## 8 JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA

Kokeellisen osuuden tuloksiin on vaikuttanut moni tekijä. Esimerkiksi annosteltavan massan lämpötilalla oli vaikutusta siihen, kuinka nopeasti lämpötila nousi yli 90 °C:seen. Viileämpi massa on yleisesti parempi, koska silloin massan lämpötila nousee hitaammin korkeaksi, mutta kypsennys kestää kuitenkin tarpeeksi kauan, jotta tuoteturvallisuus säilyy. Yhdellä tuotteella massan viileydestä tuli kuitenkin ongelma, koska tuotteen sisälämpötila ei meinannut nousta tarpeeksi. Jos massaa ei jostain syystä päästä annostelemaan pian sekoituksen jälkeen, se ehtii jäähtyä ja muutenkin viileällä tuotteella se voi olla ongelma. Normaalina viileämpänä annosteltava massa tulisi huomioda uunia säädettäessä. Jos lämpötila on huomattavasti matalampi kuin tavallisesti, uunia täytyisi hidastaa tai nostaa lämpötilaa. Tämä koskee kuitenkin vain yhtä tuotetta, sillä muilla tuotteilla massan viileys ei ole ongelma.

Vaikka dataloggerit antavat erittäin tarkkoja mittaustuloksia, saattaa olosuhteiden muutoksilla olla vaikutusta tuloksiin. Esimerkiksi lämpötila ja ilmanpaine vaikuttavat mittausepävarmuuteen, joten niiden muutokset ovat voineet jollain tasolla vaikuttaa tuloksiin.

Käytössä ollut konvektiuuni on jo melko iäkäs, mikä saattoi vaikuttaa tuloksiin eri tavoin. Uunin arina liikahteli välillä, ja niin on voinut käydä myös loggeroinnin aikana. Tällöin loggerit ovat voineet liikahtaa rasiassa niin, että mittauspää on siirtynyt pois rasian keskeltä ja tulos on vääristynyt. Uunin lämpötila pysyi harvoin kauaa samassa arvossa. Lämpötila vaihteli paljon etenkin silloin, kun uunissa oli taukoja. Lämpötila vaihteli muutenkin

jatkuvasti, kun polttimen ja vastusten lämpötilan asetusarvoa tavoiteltiin. Joistain tuloksista olikin selvästi havaittavissa uunin lämpötilan vaihtelut.

Kypsennyshävikki laskettiin punnitsemalla rasiat ennen kypsennystä ja kypsennyksen jälkeen. Punnittavat rasiat olivat ne, joissa loggerit olivat, joten loggerilla on saattanut olla vaikutusta haihtumiseen. Punnituksia olisi täytynyt tehdä enemmän ja punnita rasioita, joissa ei ollut loggeria. Jos punnituksia olisi tehty enemmän, olisi tuotteiden annostelupainoja voinut mahdollisesti alentaa, koska kypsennyshävikki oli pienentynyt. Koska punnitukset jäivät tekemättä, painojen seuraaminen ja mahdollinen muuttaminen jäivät tuotantotyöntekijöille.

Joidenkin tuotteiden osalta massan koostumuksella on suuri vaikutus kypsennyshävikin määrään, sillä tietyt raaka-aineet saattavat aiheuttaa vaihtelua annosteltavan massan kosteuteen. Mitä enemmän massassa on nestettä, sitä enemmän nestettä haihtuu kypsennyksen aikana. Toisaalta hävikin suuruus johtuu myös siitä, että paistoväriä muodostuu kosteamman massan pintaan heikommin, jolloin vastusten lämpötilaa täytyy nostaa ja korkeammassa lämpötilassa haihtuu enemmän nestettä. Jotta arvojen muutosten vertailu olisi ollut täysin tasavertaista, massan koostumuksen olisi täytynyt olla samanlainen jokaisella loggerointikerralla. Massan vaihteleva koostumus ei kuitenkaan ollut ongelma kaikilla tuotteilla.

Tuotannon alussa ja tuotevaihdossa saatetaan pitää uunin lämpöjä korkeammalla ja nopeutta hitaammalla, jotta varmasti saavutetaan tuoteturvallisuuden vähimmäisvaatimukset. Kypsennyshävikki nousee tällöin helposti korkeammaksi, mikä oli todettavissa tuotannon alussa ja heti tuotevaihtojen jälkeen tehtyjen loggerointien tuloksista. Jos jonkin tuotteen tuotantomäärä on niin pieni, että se ei täytä edes koko uunia, kypsennyshävikin pienentymisestä ei sellaisessa tapauksessa saada kovinkaan suurta hyötyä.

Uunin säätämisestä tuotannon aikana vastaa ensisijaisesti kansituksessa työskentelevä henkilö. Työpisteellä työskentelee useita eri henkilöitä ja jokaisella on oma vakiintunut tapansa säätää uunia. Vaikka työn pohjalta laadittiin uunille uudet ohjeavot, ne ovat suuntaa antavia ja lämpöä ja nopeutta säädetään tuotteen sisälämpötilan ja paistoväriin perusteella. Toinen työntekijä saattaa säätää nopeutta ja toinen lämpötilaa, jolloin kypsennyshävikin suuruus saattaa vaihdella työntekijän toimesta. Kaikille työpisteellä työskenteleville henkilöille olisi hyvä pitää perehdytys uunin säätämisestä.

Aistinvaraisissa arvioinneissa arvioijat saattoivat suorittaa psykologisia virheitä, varsinkin odotusvirhettä. Arviointeja varten ei tehty erityisiä järjestelyjä ja ne pidettiin silloin, kun oli aikaa. Kaikissa arvioinneissa ei myöskään ollut saman verran henkilöitä arvioimassa tuotteita eikä arvioijille pidetty minkäänlaista perehdytystä. Vaikka kaikki arvioijat olivat pitkään elintarvikealalla työskennelleitä, kaikilla ei silti ollut yhtä paljon kokemusta aistinvaraisen laadun arvioinnista. Arviointi oli tässä tapauksessa lähinnä

varmistus siitä, että laatu oli säilynyt muutosten jälkeen vähintään samana, joten siihen ei panostettu hirveästi.

Arviointien tulokset eivät siis välttämättä kerro siitä, että tuotteiden ominaisuudet olisivat parantuneet muutosten jälkeen. Tuotteiden koostumuksella on voinut olla merkittävää vaikutusta myös aistinvaraisten arviointien tuloksiin. Arviointeja olisi pitänyt suorittaa enemmän ja huolellisemmin, jotta tuotelaadun voitaisiin luotettavasti todeta parantuneen.

## LÄHTEET

Aalto, K. & Peltoniemi, A. (2014). *Elintarvikkeiden kulutusmuutokset kotitalouksissa 2006–2012*. Helsinki: Kuluttajatutkimuskeskuksen tutkimuksia ja selvityksiä 10/2014. Haettu 24.2.2018 osoitteesta [https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/152259/Elintarvikkeiden\\_kulutusmuutokset\\_kotitalouksissa\\_2006-2012.pdf?sequence=1](https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/152259/Elintarvikkeiden_kulutusmuutokset_kotitalouksissa_2006-2012.pdf?sequence=1)

Ebro (n.d.). Data logger - measurement and storage media with numerous possible applications. Haettu 27.11.2017 osoitteesta <https://www.ebro.com/en/applications/data-logger.html>

European Chilled Food Federation (2006). Recommendations for the production of prepackaged chilled food. Haettu 3.1.2018 osoitteesta [http://www.ecff.net/imag/ECFF\\_Recommendations\\_2nd\\_ed\\_18\\_12\\_06.pdf](http://www.ecff.net/imag/ECFF_Recommendations_2nd_ed_18_12_06.pdf)

European Commission (1996–1997). *Harmonization of safety criteria for minimally processed foods*. Inventory report: FAIR Concerted action FAIR CT96-1020.

Evira (2016). Ruokamyrkytyksiä aiheuttavia bakteereja. *Bacillus cereus*. Haettu 1.5.2018 osoitteesta <https://www.evira.fi/elintarvikkeet/tietoa-elintarvikkeista/elintarvikevaarat/ruokamyrkytykset/ruokamyrkytyksia-aiheuttavia-bakteereja/bacillus-cereus/>

Klün, W. (n.d.). Data Logger EBI 11. Ingolstadt, Germany. Haettu 2.1.2018 osoitteesta [https://www.ebro.com//fileadmin/pics/BA\\_s/BA\\_EBI\\_11.pdf](https://www.ebro.com//fileadmin/pics/BA_s/BA_EBI_11.pdf)

Kothandaraman, C. (2006). *Fundamentals of Heat and Mass Transfer*. New Age International. ProQuest Ebook Central. Haettu 17.3.2018 osoitteesta <https://ebookcentral-proquest-com.ezproxy.hamk.fi/lib/hamk-ebooks/detail.action?docID=424088>

Middleby Marshall Inc. (1997). Convection oven. Haettu 2.1.2018 osoitteesta <https://patents.google.com/patent/US5601070>

Nummenmaa, L., Holopainen, M. & Pulkkinen, P. (2016). *Tilastollisten menetelmien perusteet*. 1.–2. painos. Helsinki: Sanoma Pro Oy.

Polin (n.d.). Industrial ovens. Haettu 7.11.2017 osoitteesta [http://www.rvo.com.au/rvo/filelibrary/files/Polin/Polin\\_Industrial\\_Ovens\\_Brochure%2899999800025%29.pdf](http://www.rvo.com.au/rvo/filelibrary/files/Polin/Polin_Industrial_Ovens_Brochure%2899999800025%29.pdf)

Ruokatieto (n.d.a). Tuoteturvallisuus. Helsinki. Haettu 1.5.2018 osoitteesta <https://www.ruokatieto.fi/ruokakasvatus/ruokavisa-vastuullisuus-ruokaketjussa/tuoteturvallisuus>

Ruokatieto (n.d.b). Kemialliset vaarat. Helsinki. Haettu 3.1.2018 osoitteesta <https://www.ruokatieto.fi/ruokakasvatus/lupa-kokata-elintarvikehygienian-perusteet/elintarvikkeiden-hygieniaa-uhkaavat-tekijat/kemialliset-vaarat>

Ruokatieto (n.d.c). Vierasesineet. Helsinki. Haettu 3.1.2018 osoitteesta <https://www.ruokatieto.fi/ruokakasvatus/lupa-kokata-elintarvikehygienian-perusteet/elintarvikkeiden-hygieniaa-uhkaavat-tekijat/vierasesineet>

Saarela, A-M., Hyvönen, P., Määttä, S. & von Wright, A. (2010). *Elintarvikeprosessit*. 3. uud. painos. Kuopio: Savonia-ammattikorkeakoulu.

Solunetti (2006). Solubiologia – happipitoisuus. Haettu 1.5.2018 osoitteesta [www.solunetti.fi/fi/solubiologia/happipitoisuus\\_1/3/](http://www.solunetti.fi/fi/solubiologia/happipitoisuus_1/3/)

Tampereen ammattiopisto (2007). Laskentatoimi – kypsennysväikkilaskut. Tampereen kaupunki. Haettu 3.3.2018 osoitteesta [http://koulut.tampere.fi/materiaalit/os/lt/havikki\\_ruuanvalmistus.html](http://koulut.tampere.fi/materiaalit/os/lt/havikki_ruuanvalmistus.html)

Tuorila, H. & Appelby, U. (2008). *Elintarvikkeiden aistinvaraiset tutkimusmenetelmät*. 2. painos. Helsinki: Yliopistopaino.

Vaisala (2016). Miten tulkitella oikein mittalaitteiden suorituskykyä ja teknisiä tietoja. Haettu 30.11.2017 osoitteesta <http://www.vaisala.fi/Vaisala%20Documents/Application%20notes/Understanding-Accuracy-Specifications-Technical-note.pdf>

Viinisalo, M., Nikkilä, M. & Varjonen, J. (2008). *Elintarvikkeiden kulutusmuutokset kotitalouksissa vuosina 1966–2006*. Helsinki: Kuluttajatutkimuskeskuksen julkaisuja 7/2008. Haettu 24.2.2018 osoitteesta [https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/152387/Elintarvikkeiden\\_kulutusmuutokset\\_kotitalouksissa\\_vuosina\\_1966-2006.pdf?sequence=1](https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/152387/Elintarvikkeiden_kulutusmuutokset_kotitalouksissa_vuosina_1966-2006.pdf?sequence=1)

Wayne/Scott Fetzer Company (2002). Convection oven with gas burner. Haettu 2.1.2018 osoitteesta <https://www.google.com/patents/US6371104>



## AISTINVARAINEN ARVIOINTI -LOMAKE

Pvm: \_\_\_\_\_

Tuote: \_\_\_\_\_

## Paistoväri

Ei väriä	
Hieman väriä	
Juuri oikea	
Liikaa väriä	
Palanut	

## Rakenne

Kostea	
Hieman kostea	
Juuri oikea	
Hieman kuiva	
Erittäin kuiva	

Maku (1-10):

Muuta huomioitavaa: